空間経済モデルによる交通基盤施設の整備と地域産業の立地に関するゲーム論的分析

２０１６年　1月

池田 結樹

目　次

第１章　序論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
1.1　研究の背景　1
1.2　研究の目的　3

第２章　地域政府による地域間道路の分権的整備が産業立地に及ぼす影響に関する分析 ・・・・・・・・4
2.1　はじめに　4
2.2　モデルの構築　4
2.2.1　2 地域 2 産業一般均衡モデル　4
2.2.2　地域政府の意思決定の導入　7
2.2.3　企業の立地変更のインセンティブ　7
2.2.4　既存の地域間道路のサービス水準について　8
2.3　分析結果　9
2.3.1　外生変数・パラメータの基本設定　9
2.3.2　中央政府と地方政府による地域間道路整備が産業立地に与える影響の比較　9
2.4　2 章のまとめ　12
第 2 章の参考文献　12

第３章　地域間道路整備の分権的意思決定のタイミングと投資水準に関する分析・・・・・・・・・・・・13
3.1　はじめに　13
3.2　既往研究と本研究の位置づけ　13
3.3　小地域開放型経済モデルの構築　14
3.3.1　モデルの基本設定　14
3.3.2　同時ゲーム　16
3.3.3　逐次ゲーム　18
3.3.4　ナッシュ均衡とシュタッケルベルグ均衡の関係　19
3.4　関数の特定化による比較検討　20
3.4.1　ファーストベストと関数の特定化　20
3.4.2　戦略的補完性のもとでの分析結果　21
3.4.3　戦略的代替性のもとでの分析結果　24
3.5　3 章のまとめ　28
第 3 章　参考文献　28
第 3 章　付録　29

第４章　アロンゾ型都市モデルにおける複占商業立地競争に関する分析・・・・・・・・・・・・・・・31
4.1　はじめに　31
4.2　既往研究と本研究の位置づけ　31

4.2.1　都市経済モデルに関する既往研究 31
4.2.2　Lai and Tsai（2008）のレビュー 32
4.2.3　本研究の位置づけ 38
4.3　基本モデルの設定 38
4.3.1　概説 38
4.3.2　都市構造について 39
4.3.3　家計について 39
4.3.4　商店について 39
4.3.5　都市構造を表現する図について 40
4.3.6　付け値曲線について 41
4.4　商店間の複占競争における市場均衡分析 41
4.4.1　概説 41
4.4.2　基本モデルの構築 42
4.4.3　商店の立地均衡に地代支払いが与える影響 53
4.4.4　まとめ 66
4.5　立地規制・地代補助政策が都市厚生に与える影響の分析 67
4.5.1　概説 67
4.5.2　商店の立地に立地規制が行われる場合の分析 68
4.5.3　商店の立地に立地規制と地代補助が行われる場合の分析 72
4.6　4 章のまとめ 76
第 4 章　参考文献 77

第５章　商業施設の逐次的な市場参入が都市構造に与える影響に関する分析・・・・・・・・・・・・・・・79
5.1　はじめに 79
5.2　閉鎖都市モデル分析 79
5.2.1　概説 79
5.2.2　モデルの基本設定 79
5.2.3　閉鎖都市モデルの構築 81
5.2.4　市場均衡分析 82
5.2.5　まとめ 88
5.3　開閉都市モデル分析 89
5.3.1　概説 89
5.3.2　モデルの基本設定 89
5.3.3　開放都市モデルの構築 91
5.3.4　市場均衡分析 92
5.3.5　複占商店の市場参入タイミングが均衡に与える影響 105
5.3.6　市場均衡での地代曲線と総地代収入 109
5.3.7　まとめ 110
5.4　社会的最適な複占商店の立地について 111
5.4.1　概説 111

5.4.2　社会的最適立地の導出　111
5.4.3　市場均衡と社会的最適の比較　114
5.4.4　まとめ　117
5.5　追随商店の立地規制が都市厚生に与える影響　117
5.5.1　概説　117
5.5.2　追随商店への「立地規制」分析　117
5.5.3　追随商店への「立地点規制」の分析　122
5.5.4　市場均衡と 2 つの立地規制の比較　128
5.5.5　まとめ　131
5.6　5 章のまとめ　131
第 5 章　参考文献　132
第 5 章　付録　134

第６章・・・138

謝辞

第１章　序論

1.1　研究の背景

現在，わが国では地方分権が重要な課題として位置づけられており，道路整備もその対象となっている．わが国では，平成 7 年に地方分権推進法が成立し，同年に発足した地方分権推進委員会が，地方分権推進計画の作成のための具体的な指針を内閣総理大臣に勧告してきたが，平成 18 年に地方分権改革推進法が成立し，その後は地方分権改革推進委員会がその役割を担ってきた．そうした地方分権推進改革委員会では，平成 19 年 11 月の『中間的とりまとめ』において，道路に関して「直轄国道の新設改良を除く維持管理権限を都道府県に移譲すべきである」と位置づけている．また，平成 20 年 5 月，12 月に発表された『第 1 次勧告』および『第２次勧告』では，「当委員会が第 1 次勧告において示した基準に沿って，直轄国道の人口 30 万人未満の都市を連絡する区間を含め，都道府県への移管を勧めるべきである」とし，国土交通省に対し人口 30 万人未満の都市を連絡する区間の一覧の請求を行った．それに対し，国土交通省はその要求に応じたものの，「数値基準を一律に当てはめて検討するのではなく，人口密度等の地域の特性や連結する他路線を含めた道路ネットワークの実態等を踏まえつつ検討することが必要」との立場を示すなど，地域間道路整備権限の地方移譲の是非について議論されている．地域間道路の整備を考えた場合，それは長期的に産業の立地行動にも影響を及ぼすため，地域経済にとって大きな影響を与えると考えられる．地域間道路整備の地方分権化は，地域の道路に対する支払意思を道路整備水準により反映できる可能性がある一方，権限移譲された複数地域政府による戦略的な整備決定をもたらすことが十分考えられ，その場合，そのような整備決定が産業立地に及ぼす影響，および意思決定の早遅の差，つまりタイミングが整備結果に与える影響を明らかにしておく必要がある．

一方，近年，都市の空間立地構造は大きく変化している．特に地方都市では拡散型都市構造と呼ばれる「人口と多くの都市機能が中心部以外に拡散している都市構造」が顕著にみられ，これに対し行政はコンパクトシティに代表される集約型の都市構造を目指す取り組みを推進している．行政が集約型都市構造を目指す理由としては，現在の我が国の地方都市が抱える問題の多くが拡散型の都市構造に起因し，その流れに歯止めをかけることが解決策であると考えられているからであり，もし今後の人口減少社会や超高齢化社会でこうした拡散型の都市構造の形成が進行すると，大きく表 1 に挙げる問題が深刻化すると考えられている．

表 1　拡散型都市構造が引き起こす問題

問題	内容
生活利便性の低下	車を利用できない高齢者などが公共施設や店舗などを利用しにくくなる．
都市財政の圧迫	新たなインフラの整備が必要になり，維持管理コストの増大を招く．また，これにより公共サービスの低下なども誘発されると考えられる．
環境負荷の増大	自家用車の利用が増え，多くのエネルギーが必要になるとともに，開発により自然が失われる．
生活空間としての魅力の喪失	人との交流や賑わい，文化などの機能がなくなり，まちとしての魅力を失う．

拡散型の都市構造が形成された原因については，人々がより広く快適な居住を求めたこと，戸建住宅への選好が強かったこと，核家族化や少子高齢化により 1 世帯当たりの人口が減少したこと，土地所有者（主に農家）の資産選択により農地が切り売りされたことなど多岐に渡るが，最大の要因はモータリゼーションの進展であると考えられている．1970 年ごろから始まった急速な自動車の普及は都市に住む人の居住可能スペースを増大させ，住民は地価の高い中心地から地価の安い郊外へと活発に移住した結果，人口の郊外化が急速に進展している．また，この人口の郊外化に伴い大型小売店やショッピングモールも購買力の高い客層や安価な地代，より広い駐車場を求め郊外に進出する動きが活発となった．

このような人口および商業施設の郊外化は商業活動の場を郊外へと変化させ，従来の商業活動の中心の場であった中心市市街地は居住人口が減少し，シャッター街や青空駐車場が目立つという現象が全国の地方都市で広くみられるようになった．これらは「中心市街地の衰退問題」や「中心地の空洞化問題」と呼ばれ，拡散型都市構造が形成される背景と密接に結びついている．この中心市街地の衰退問題に対して，行政はまちづくり三法（改正都市計画法，中心市街地活性化法，大規模小売店舗立地法）等といった様々な郊外開発抑制政策を実施しているが，依然として多くの地方都市では中心地は衰退傾向にあるのが現状であり，新たな都市政策を考案することが急務とされている．

こうした状況のなか，拡散型都市構造が都市住民に与える影響として最も大きいものは「生活利便性の低下」であると考えられる．特に近い将来，世界に例をみない水準の超高齢化社会が到来すると予測されている我が国においてこの「生活利便性の低下」が社会現象として大きく表れた問題が「買物難民」や「買物弱者」である．「買物難民」や「買物弱者」という言葉を頻繁に聞くようになったのは 2000 年前半であるが，当初は地方都市の商店街が郊外の大型小売店との競争や不況により衰退し，交通弱者である高齢者が食糧品や生活用品の買い物に困る現象を指していた．しかし，問題の背景には撤退・閉店による最寄り小売店の減少や交通手段の不足とともに，少子高齢化，核家族化の進行があり，事態はさらに進行している．現在この問題は地方都市に限らず大都市近郊の団地やかつてのニュータウンでも表面化しており，個人商店および商店街の衰退の原因となったスーパーや大型ショッピングセンターの撤退によっても同様の現象が起こっている．経済産業省は「買物難民」「買物弱者」の数は全国で 600 万人と推計している．

これまでに拡散型都市構造が及ぼす様々な問題を挙げてきたが，集約型の都市構造へ転換を図るにはどのような施策を行えばよいのだろうか．集約型都市構造への転換がうまく図られた例としては，90 年代初めからコンパクトシティにしたまちづくりを表明し，98 年の中心市街地活性化基本計画で街なか居住の促進を位置づけた青森市や，地方都市としては恵まれた鉄道など公共交通を活かし，駅中心の生活圏を展開した富山市などがある．集約型都市構造を実現するための施策としては，近年の研究や実践的な取り組みのなかで概ね表 2 のようなことが検討・推進されている．表 2 をみると，「中心地の商業の活性化」や「郊外の商業施設立地の抑制」など，商業施設の立地に関する施策が多く挙げられており，都市構造と商業施設の立地には非常に密接な関係があると考えられる．つまり，商業施設の立地問題は，拡散型の都市構造を形成する大きな要因の一つであり，その一方で集約型都市構造を実現するための一つの政策として考えることができる．したがって，都市構造を是正するための政策として，商業の立地問題を取り上げる必要があると考える．

表２　集約型都市構造へ向けた効果的な施策の例

①	中心地の商業を活性化する．中心市街地への来訪者を増やし賑わいを回復させる．
②	行政機関や病院，学校，文化施設など公共公益施設を中心市街地に立地させる．
③	街なかの居住人口を回復させる．街なかに公的住宅を整備したり，郊外からの転居を推奨・支援する．
④	郊外の商業施設等の立地を抑制する．特に大規模集客施設の立地は都市計画で位置づけた拠点地区に限定する．
⑤	郊外の道路等インフラ整備計画を見直すとともに，土地利用規制を強化し，新たな宅地開発等を抑制する．
⑥	公共交通を整備し，マイカーに依存しなくても生活できるようにする．

1.2　研究の目的

本研究は，我が国の人口減少，高齢化，東京一極集中と過疎化という近年の社会状況において，地方分権の進む社会構造のもとで，地域の都市や都市を中心とする生活圏が，住民の生活サービスとそのための産業立地がどのように変わっていくかを，伝統的経済理論に基づいて数理モデルにより明らかにするものである．さらに，明らかにされた問題について，その対策の分析および提案を行うものである．本研究では，特に，「地域間」および「地域内」という２つの視点に分けたアプローチをとる．「地域間」においては，地方分権化された地域政府の裁量のもとで，特に道路をはじめとする交通基盤施設の整備を各地域が戦略的に決定することが，各地域及び全地域に及ぼす影響を明らかにする．一方，「地域内」に関しては，モータリゼーションがすすんだ我が国の特に地方部を念頭に，生活サービスの基本をなす商業（商店）サービスに焦点を絞り，公共交通サービスの衰退や拡充政策など，交通サービス水準等の変化が，商店の立地と住民の享受する生活サービスレベルに与える影響を理論的に明らかにする．

なお，これらの目的を達成するために使用する理論モデルは，（空間）経済学（一般均衡理論，アロンゾ型都市経済モデル）および意思決定理論・ゲーム理論（ホテリング競争，シュタッケルベルグ競争）の２つの学問領域での伝統的アプローチを融合したものであり，両学問体系と整合性を担保しつつ，我が国が現在抱えている地域・都市の問題と特にそれに「交通」が与える影響について分析するのが最大の特徴である．

第２章　地域政府による地域間道路の分権的整備が産業立地に及ぼす影響に関する分析

2.1　はじめに

本章では，地域間道路整備の地方分権化において，地域政府による地域間道路整備に対する意思決定が産業立地に及ぼす影響を明らかにするため，2 地域 2 産業の一般均衡モデルに地域政府の道路整備に関する意思決定を非協力ゲームとして組み込んだモデルを構築した．本モデルでは，中央政府によって一定水準に整備された地域間道路に対して，地域政府が道路整備を行う場面を想定し，地域政府による地域間道路整備が産業立地に与える影響を数値計算により示し，中央政府による整備の場合と比較分析する．また，地域間の人口格差が，中央政府・地方政府による地域間道路整備と産業立地に与える影響についても分析する．

2.2　モデルの構築

ここでは，地域間道路の自地域部分のサービス水準を決定する地域政府の意思決定をモデル化する．モデルの構築に際し，これまでの中央集権的に進められてきた地域間道路整備に対する地域政府の行動について概観すると，地域間道路によって結ばれる各地域は，地域間道路整備による自地域の繁栄を期待し建設の実現を国に強く要望してきた経緯がある一方で，整備は各地域の予想に反し，いわゆるストロー現象などを引き起こし，自地域経済の衰退を招く結果となった事例がしばしば見受けられる．このようなことを考えると，地域間道路整備が分権化された場合において，その整備結果が地域経済に与える影響を地域政府が完全に把握した上で意思決定を行うことは極めて困難であるように思われる．そこで本研究では，各地域政府は地域間道路整備の結果が財・生産要素市場に与える短期的な影響については把握できるものの，それが産業立地に与える長期的な影響までは把握できない，すなわち，地域政府にとって産業立地は固定であると想定しモデルの構築を行う．一方，企業は，こうした地域政府の意思決定に対し自由にその立地先を決定するものと考えられる．こうした構造を分析するため，本章では，「一般均衡体系下での地域政府による分権的なサービス水準の決定」とその後の「企業の立地変更のインセンティブの確認」の 2 段階の分析を経て，地域間道路の分権的整備が産業立地に与える影響について明らかにする．

2.2.1　2 地域 2 産業一般均衡モデル

産業立地固定の 2 地域 2 産業一般均衡モデルの構築にあたり，以下のような仮定を設ける．

①空間的位置が外生的に決定された 2 地域が 1 本の道路によって結ばれており，各地域には，家計，集積の経済に従う収穫一定の企業，地域政府の 3 種類の主体が存在する．

②各地域の産業立地は表 1 のように与えられており，企業・家計は立地の変更を行わない．

③各地域の住民は居住地域内の企業に労働力を非弾力的に 1 単位ずつ提供している．

④経済内の総資本量は一定であり，全地域の住民はそれを均等に保有し，取引費用ゼロで地域を越えてそれを貸し出すことができる．

⑤地域間の財輸送に関する交通抵抗を Iceberg 型で考慮する．

⑥市場は完全競争状態にある．

⑦地域間道路は当初あるサービス水準に整備されており，その下で地域政府は道路整備に対する意思決定を行う．地域政府は，自地域住民に対する道路整備のための目的税（税率）を決定し，その税収を原資に資本市場より資本を購入し，自地域部分の整備を行う（ただし，ここでは目的税（税率）は外生）．それにより地域間道路のサービス水準が決定される．

以下では，各経済主体の行動，経済の均衡条件について定式化する．なお，定式化内の添え字は，$i, j = 1, 2$ が地域を，$m = 1, 2$ が産業を表し，それらの組み合わせが産業立地パターンを表すことになる（表 1 を参照のこと）．

表 1　本研究の産業立地パターン

産業立地パターン表示		地域 1		地域 2	
		産業 1	産業 2	産業 1	産業 2
i)	1 地域集中立地パターンⅠ：{2,1}	○	○	○	×
ii)	1 地域集中立地パターンⅡ：{1,2}	○	×	○	○
iii)	全地域全産業立地パターン：{2,2}	○	○	○	○

○：当該産業の立地あり、×：当該産業の立地なし

（1）経済主体の行動

財の生産を行う企業は，次のような一次同次の生産技術下で利潤最大化行動をとるとする．

$$y_i^m = G^m(N_i)(L_i^m)^{\alpha_i}(K_i^m)^{1-\alpha_i} \quad , \quad G^m(N_i) = N_i^{\sigma^m} \tag{1}$$

ただし，y_i^m：地域 i の財 m の生産量，$G^m(N_i)$:産業 m の集積の経済を表す関数，N_i :地域 i の人口，L_i^m：地域 i の財 m を生産する産業の労働投入量，K_i^m：地域 i の財 m を生産する産業の資本投入量，α_i：地域 i における労働の分配パラメータ $(0 < \alpha_i < 1)$，σ^m :集積の経済の程度を表すパラメータ $(0 \le \sigma^m \le 1)$．

このとき，地域 i の産業 m における生産要素の需要関数は以下のように得られる．

$$L_i^m = \frac{\alpha_i}{w_i} q_i^m y_i^m \quad , \quad K_i^m = \frac{(1-\alpha_i)}{r} q_i^m y_i^m \tag{2}$$

ただし，w_i：地域 i の賃金率，r：資本レント，q_i^m：地域 i で生産される財 m の f.o.b.価格．

また，企業の利潤ゼロ条件より f.o.b.価格が以下のように導出される．

$$q_i^m = C^m(w_i, r) = N_i^{-\sigma^m} \alpha_i^{-\alpha_i} \left(1-\alpha_i\right)^{\alpha_i - 1} w_i^{\alpha_i} r^{1-\alpha_i} \tag{3}$$

ただし，$C^m(w_i,r)$ ：平均費用．

一方，各地域住民は効用最大化行動をとる．地域 i の住民の効用関数を Cobb-Douglas 型と仮定すれば，地域 i の住民一人当たりの財 m の需要関数 x_i^m は以下のように得られる．

$$x_i^m = \frac{\beta^m(1-\tau_i)}{p_i^m}\left(w_i + r\frac{\overline{K}}{\sum_i N_i}\right) \tag{4}$$

ただし，τ_i ：地域 i の地域間道路整備のための目的税（税率），p_i^m ：地域 i の財 m の c.i.f.価格，$\overline{K}$ ：本経済システム内の総資本量，β^m ：財 m の消費分配パラメータ $\left(\sum_m \beta^m = 1\right)$.

（2）経済の均衡条件

自地域で生産されかつ消費される財は f.o.b.価格で, 地域間を輸送される財は c.i.f.価格で販売される. また, 地域間を交易される財の c.i.f.価格の変化は，地域間道路の整備水準によって決定される．つまり，地域間道路が整備されることによって輸送される財の単位当りの一般化費用が逓減することと同じである．なお，本モデルでは輸送費用を Iceberg 型で定義し，空間価格の均衡を以下のように定式化する．これは，各地域で最も安い価格が実現することを意味する．

空間価格の均衡条件

$$p_j^m = q_i^m\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) \quad if \quad z_{ij}^m > 0, \quad p_j^m \le q_i^m\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) \quad if \quad z_{ij}^m = 0 \tag{5}$$

ただし，ε^m ：財 m の輸送における単位距離当たり減耗率，Θ ：地域 1 と地域 2 を結ぶ地域間道路の交通抵抗（サービス水準），z_{ij}^m ：地域 i で生産され地域 j で消費される財 m の量.

ここで，地域間道路の交通抵抗は，自地域の税収を原資に投入される資本量の増加により小さくなるものと考えられる．そこで，本研究では，自地域内の地域間道路の単位距離当りの交通抵抗を以下のように定式化する．ここで，θ_0 は既存の地域間道路の単位距離当りの交通抵抗を表している．

$$\theta_i = \theta\left(\frac{K_i}{d_{iB}}\right) = \theta_0 \exp\left[-b\left(\frac{K_i}{d_{iB}}\right)\right] \tag{6}$$

ただし，θ_i ：地域 i の地域間道路の単位距離当たりの交通抵抗，θ_0 ：既存の地域間道路の単位距離当たりの交通抵抗，d_{iB} : 地域 i の地域間道路の自地域部分(地域境界まで)の空間距離，b ：地域間道路整備の技術を表すパラメータ $(b>0)$，K_i : 地域 i が地域間道路の自地域部分に投入する資本量，τ_i : 各地域の目的税（税率）.

なお, 各地域が地域間道路の自地域部分に投入する資本量は, 以下の財政収支の均衡条件より導出される.

財政収支の均衡条件

$$rK_i = \left(w_i + r\frac{\overline{K}}{\sum_i N_i}\right)\tau_i N_i \tag{7}$$

このとき，地域間道路の全体の交通抵抗（サービス水準）Θは以下のように表される．

$$\Theta = d_{1B}\theta_1 + d_{2B}\theta_2 \tag{8}$$

以下，財・生産要素市場の均衡条件を示す．

<u>財市場の均衡条件</u>　発地ベース：$y_i^m = \sum_j z_{ij}^m \left(1+\varepsilon^m \Theta\right)$ (9-1)

着地ベース：$N_j x_j^m = \sum_i z_{ij}^m$ (9-2)

<u>労働市場の均衡条件</u>　$N_i = \sum_m L_i^m$ (10)

<u>資本市場の均衡条件</u>　$\overline{K} = \sum_i \sum_m K_i^m + \sum_i K_i$ (11)

2.2.2　**地域政府の意思決定の導入**

次に，地域間道路のサービス水準を決定づける地域政府の目的税（税率）に関する意思決定を導入する．各地域政府は，産業立地与件のもと地域間道路整備が財価格や賃金率に及ぼす影響を考慮し自地域住民の効用最大化を目的に目的税（税率）を決定するものとする．そのような地域政府の行動は，2.1.1 で構築した一般均衡体系を制約条件とした，以下のような最大化問題として定式化され，これより地域間道路のサービス水準が内生的に決定される．

$$\max_{\tau_i} \quad V_i = \Pi_m \left\{ (1-\tau_i) \frac{\beta_m}{p_i^m(\tau_1,\tau_2)} \left(w_i(\tau_1,\tau_2) + r\frac{\overline{K}}{\sum_i N_i} \right) \right\}^{\beta_m}$$
$$s.t. \quad \text{各産業立地下での　一般均衡体系 ((1)～(11)式)} \tag{12}$$

地域間道路全体のサービス水準は各地域のサービス水準により決定されるため，各地域で生産される財を消費する各地域住民の効用は，自地域のサービス水準だけでなく相手地域のそれにも影響を受ける．したがって，相手地域のサービス水準を意識した各地域政府の意思決定は相互依存的となり，上記２地域の最大化問題の解はナッシュ均衡として導出される．

2.2.3　**企業の立地変更のインセンティブ**

以上までに，地域政府は地域間道路整備の結果が企業立地に与える影響を把握できないという想定のもとでの地域政府の地域間道路整備への意思決定をモデル化した．しかし，企業はこうした地域政府の意思決定に対し自由にその立地先を決定するものと考えられる．そこで，地域政府が決定した地域間道路のサービス水準およびそのもとでの一般均衡価格体系下において，企業の立地変更のインセンティブについて確認を行う．地域iの企業mの立地変更に関する条件を以下のように定義する．

$q_i^m * > C^m(w_j*, r*)$ かつ

$$C^m(w_j*, r*)\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) \le q_i^m* \quad \text{ならば 企業}\, m\, \text{は地域}\, j\, \text{のみに立地} \tag{13a}$$

$$C^m(w_j*, r*)\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) > q_i^m* \quad \text{ならば 企業}\, m\, \text{は地域}\, i\, \text{と地域}\, j\, \text{に立地} \tag{13b}$$

$q_i^m * \le C^m(w_j*, r*)$ かつ

$$q_i^m*\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) \le C^m(w_j*, r*) \quad \text{ならば 企業}\, m\, \text{は地域}\, i\, \text{のみに立地} \tag{13c}$$

$$q_i^m*\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) > C^m(w_j*, r*) \quad \text{ならば 企業}\, m\, \text{は地域}\, i\, \text{と地域}\, j\, \text{に立地} \tag{13d}$$

ここで，$q_i^m*\left(q_j^m*\right)$：地域$i(j)$で生産を行う企業$m$の均衡 f.o.b.価格，$C^m(w_j*, r*)\left(C^m(w_i*, r*)\right)$：仮に企業$m$が地域$j(i)$に立地した場合に成立する均衡 f.o.b.価格．

例えば，(13a)式の $q_i^m* > C^m(w_j*, r*)$は，地域iに立地し生産を行う企業mが，その均衡価格の下で，仮に地域jに立地し生産した場合の均衡 f.o.b.価格が，現在の当該地域での均衡 f.o.b.価格より安いことを表しており，その場合には，企業mは地域jに立地するインセンティブが発生する．また，このとき，$C^m(w_j*, r*)\left(1+\varepsilon^m\Theta\right) \le q_i^m*$は，その均衡価格の下で，仮に企業$m$が地域$j$に立地し財を地域$i$に移出した場合，地域$i$に立地し生産を行う企業$m$の均衡 f.o.b.価格よりも安い価格で供給できる場合を示しており，この場合，地域iに立地し生産を行う企業mは当該地域の市場から淘汰される．以上のことから，(13a)の条件が満たされる場合，企業mは地域jのみに立地することを示している．このような条件に従い，地域政府の意思決定後の企業立地の状況を確認する．なお，本モデルでは，企業 1 を各地域の資源を活用し生産活動を行う第一次産業，例えば農業部門，企業 2 を第二次産業あるいは第三次産業と解釈し，企業 1 は両地域に常に立地し生産を行う一方，企業 2 は自由に立地変更を行うものと想定している．

2.2.4 既存の地域間道路のサービス水準について

以上，モデルの詳細について説明したが，本モデルでは地域間道路がすでにある一定水準に整備されている状況を想定している．本研究では，それを中央政府による地域間道路整備の結果と解釈する．こうした設定・解釈は，現在，地方への移譲が検討されている地域間道路を考えてみてもより現実的なものであると思われる．このように解釈することにより，θ_0すなわち，中央政府による当該地域間道路の整備の程度が，地域政府の意思決定に与える影響について，また，整備主体間の違いが産業立地に与える影響について分析することができる．具体的には，各地域の目的税（税率）をゼロとして均衡計算を行い，そのもとで起こりうる産業立地パターンを中央政府による地域間道路整備の結果として用いる．

2.3　分析結果

2.3.1　外生変数・パラメータの基本設定

前節において構築したモデルに対し，数値計算により分析を行った．本研究では，財の減耗率ε^1を禁止的に高く設定することで, 産業１の立地固定を表現し, また集積の経済性を表すパラメータである$\sigma^2>0$より，地域間を移動する産業２がこれに従う．数値計算におけるモデル内の基本的な外生変数・パラメータの値を以下に示す.

$$(N_1,N_2)=(40,30),\ \sum_i N_i=70,\ \overline{K}=70,$$

$$(d_{1B},d_{2B})=(5,5),\ (\alpha_1,\alpha_2)=(0.5,0.5),\ (\beta^1,\beta^2)=(0.6,0.4),$$
$$(\varepsilon^1,\varepsilon^2)=(100,1),\ (\sigma^1,\sigma^2)=(0,0.8),\ \theta_0=0.05,\ b=2.5$$

なお，本モデルにおける一般均衡体系は，Mun(1997)を参考に構築を行っている．そのため，外生変数およびパラメータの設定についても，その多くはMun(1997)での設定を参考に行った．ただし，本研究の目的は，地域政府によって地域間道路整備が行われる場合に，その結果が産業立地に与える影響を分析することである．そのため，当然のことながら，既存の地域間道路のサービス水準に対し，多くの場合において地域政府は道路整備を行う意思をもつ状況を想定するのが妥当であろう．こうした状況を表現するため，既存の地域間道路のサービス水準：θ_0（Mun(1997)での輸送コスト係数：t^mに対応），集積の経済性を表すパラメータ：σ^m，および本研究で独自に定義した地域間道路整備の技術を表すパラメータ：b，財の減耗率：ε^mについては任意の値を用いている．また，本研究では，数値計算を用いている以上，その結果が限定的なものである可能性は避けられないが，既存の地域間道路のサービス水準に対し，多くの場合に地域政府が道路整備を行う意思をもつ状況の範囲内において，さまざまな外生変数・パラメータの設定値のもとで分析を行い，本計算結果のパターンが安定的に出現することを確認している.

2.3.2 中央政府と地方政府による地域間道路整備が産業立地に与える影響の比較

（1）地域間道路のサービス水準と産業立地

図１は，θ_0以外の外生変数・パラメータが一定のもとで，中央政府によるさまざまなサービス水準（θ_0）での地域間道路整備によって存在しうる産業立地を表している．横軸にθ_0の値を，縦軸に地域間での産業数の差をとっており，縦軸の”１”が産業立地パターン{2,1}に，”0” が産業立地パターン{2,2}に，”-1” が産業立地パターン{1,2}にそれぞれ対応している．図１において，横軸と平行の太実線は，対応するθ_0の下で起こりうる産業立地を表し，横軸と垂直な矢印は，各産業立地パターンから企業が別の立地パターンへ移るインセンティブの方向を表す．例えば，θ_0が 0.045～0.10 の場合には，産業立地パターン{1,2}からは{2,1}となる方へ，{2,1}からは{2,2}となる方に企業が移るインセンティブを表しており，θ_0がこの範囲にある場合には，企業立地行動の結果，産業立地パターン{2,2}が実現することを表す．一方，図２は，各θ_0の値の下で，地域政府が地域間道路整備を行った場合に存在しうる産業立地を図１と同様の要領で表したものである.

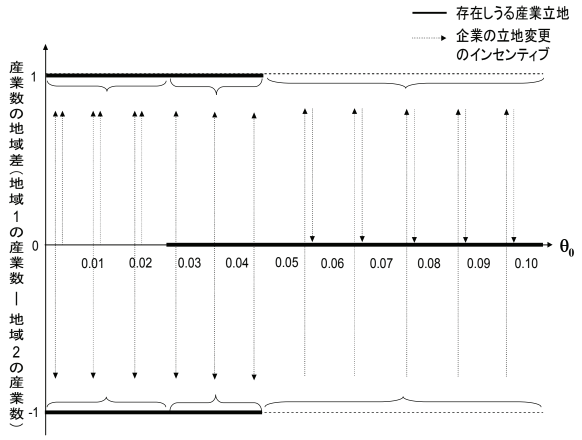

図 1　θ_0 の変化と産業立地

（中央政府による整備の場合）

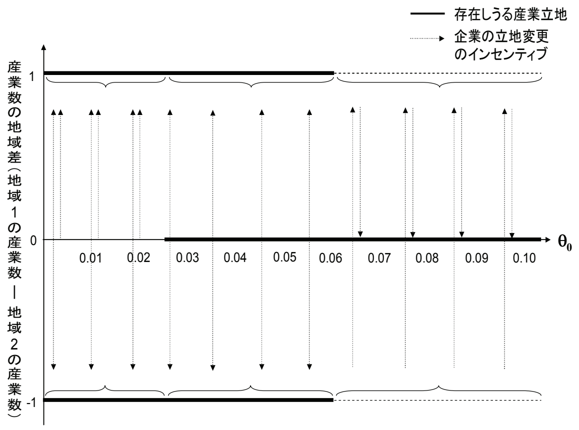

図 2　θ_0 の変化と産業立地

（地域政府による整備の場合）

また, 図 3 は, 地域政府が整備した場合の各 θ_0 の値に対する地域間道路サービス水準を表したものであり, 横軸に θ_0 を，縦軸に地域間道路全体のサービス水準 Θ をとっている．横軸の θ_0 の値にしたがって分けられた 3 つの領域は，領域ごとに異なる産業立地パターンであることを表しており，各領域内の産業立地パターンに対応して地域間道路のサービス水準が描かれている．なお，中央政府の整備により得られる地域間道路のサービス水準は 45 度線に対応し，中央政府整備の場合の産業立地パターンを図 3 の上方に記載している．

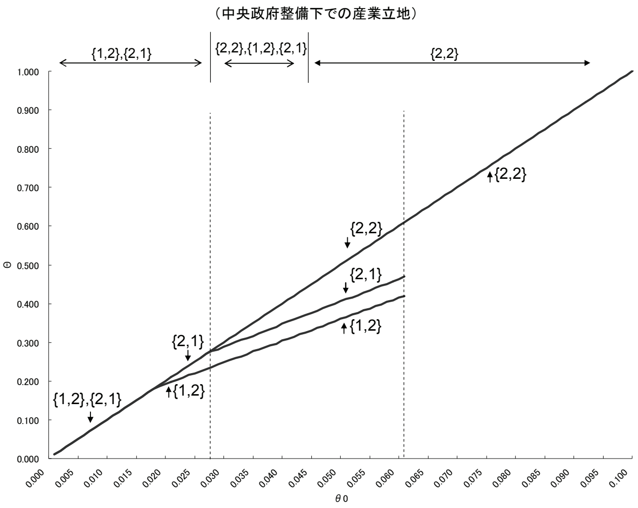

図 3　θ_0 の変化と分権的整備下での地域間道路のサービス水準

以上の 3 図より，まず，（中央政府による）既存のサービス水準が低ければ，地域政府による分権的整備は変化をもたらさないことが分かる．一方，（中央政府による）既存の整備の水準が高いほど，地域政府による地域間道路整備が行われるようになり，これにより企業の立地変更も誘引され，1 地域集中立地パターンの可能性が広がることが分かる．より正確には，存在しうる産業立地として 1 地域集中立地パターンの存在範囲が広がる．しかしながら，上記の 1 地域集中立地パターンは，常に相手地域への企業移動の誘因があるという意味で不安定な産業立地パターンであり，常に 2 地域間で産業を奪い合う状態ともいえる（なお，この産業立地が不安定なのは，人口が地域間を全く移動しないためであり，人口移動を加味した場合（たとえば人口移動を入れた一般均衡モデルなど），これらの不安定な産業立地はそれぞれが安定なもの（人口移

動を入れた一般均衡モデルでの複数均衡）に対応すると考えられる）．よって，地域間道路整備の分権化は，地域間道路整備を加速させ企業の立地変更の誘因を刺激するといえるが，一方，安定的な産業立地パターン（全産業全地域立地パターン）には影響を与えない．また，一般に時間につれて既存の地域間道路のサービス水準 θ_0 が改善する（値が低下する）という経路をたどると考えれば，全地域全産業立地パターンからある道路整備水準に達したときに不安定な１地域集中立地パターンになるという産業立地パターンの経路は，地域間道路整備が分権化されるか否かに依存せず全く同じであることが分かる．

（2）地域間人口格差と産業立地

図 4 は，各地域の人口以外の外生変数・パラメータが一定のもとで，地域間での人口格差が拡大していく場合に, 中央政府による地域間道路整備と存在しうる産業立地パターンとの関係を表している. 図の横軸は, 値が大きくなるほど地域間での人口格差が大きくなることを示しおり，地域 1 の人口が大きく地域２の人口が小さくなることを意味する. 一方, 図 5 は地域政府による地域間道路整備と存在しうる産業立地の関係を, また，図 6 は人口格差の拡大と地域政府整備による地域間道路全体のサービス水準との関係を表している.

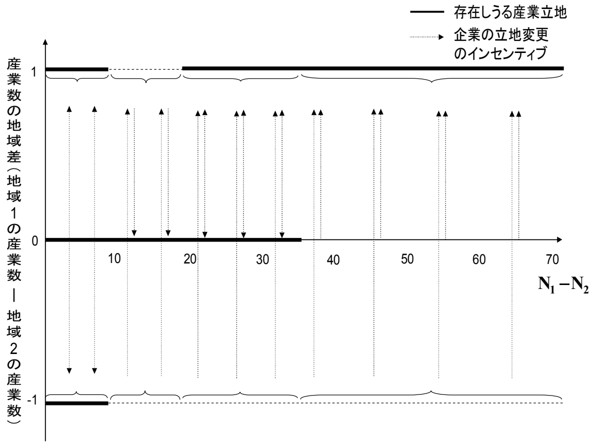

図 4　地域間人口格差の変化と産業立地
（中央政府による整備の場合）

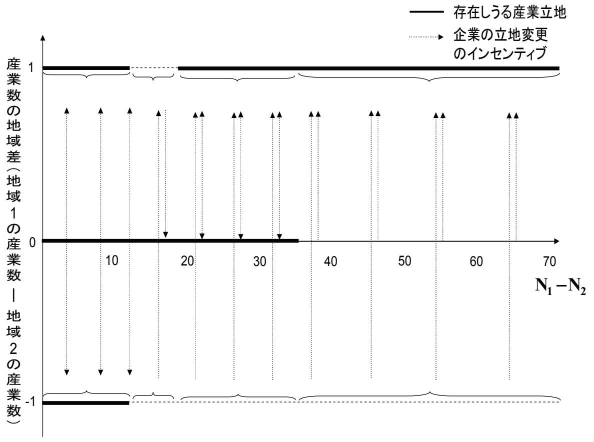

図 5　地域間人口格差の変化と産業立地
（地域政府による整備の場合）

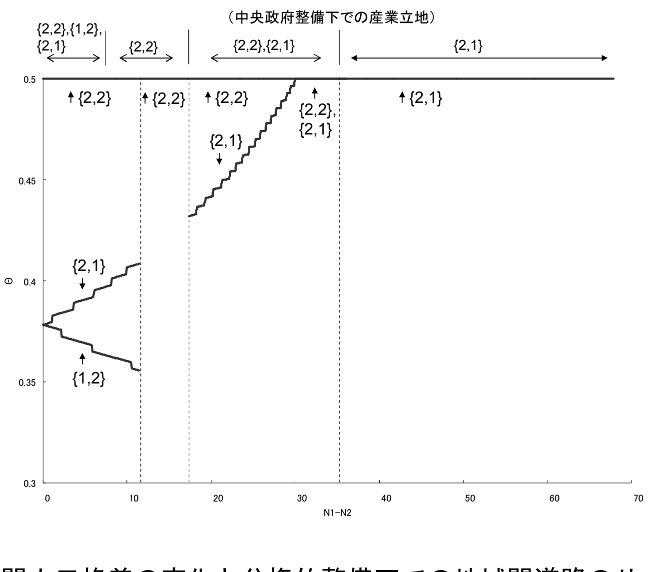

図 6　地域間人口格差の変化と分権的整備下での地域間道路のサービス水準

これらより，まず地域間の人口格差が大きければ，分権的整備は地域間道路のサービス水準および産業立地の両方に変化をもたらさないことが分かる．一方，地域間の人口格差が小さいほど，地域政府による地域間道路整備は行われるようになり，これにより企業の立地変更も誘引され，１地域集中立地パターンの可能性が広がる．より正確には，存在しうる産業立地として，１地域集中立地パターンの存在範囲が広がる．しかしながら，上記の１地域集中立地パターンは，常に相手地域への企業移動の誘因があるという意味で不安定な産業立地パターンであり，常に２地域間で産業を奪い合う状態ともいえる．よって，地域間道路整備の分権化は地域間道路整備を加速させ企業の立地変更誘因を刺激するといえるが，一方，安定的な産業立地パターン（全産業全地域立地パターン）には影響を与えない．

2.4　2 章のまとめ

本章では，地域間道路整備の地方分権化が産業立地に与える影響を調べるため，道路で結ばれた２地域２産業の一般均衡モデルに地域政府の地域間道路整備に関する意思決定を組み込んだモデルを構築し，地域政府は産業立地を与件として整備水準を決定するという設定の下，この分権的整備が中央政府による整備と比べ産業立地にどのような影響を与えるかについて分析を行った．その結果，（中央政府による）既存の地域間道路整備の水準が低いとき，地域間道路整備の地方分権化はさらなる整備をもたらさず，また，当該道路でつながれた各地域の人口規模が大きく異なる場合も同様であることが明らかになった．また，（中央政府による）既存の地域間道路整備の水準がある程度に達している場合には，地域間道路整備の地方分権化はさらなる整備をもたらし，これは当該道路でつながれた各地域の人口規模が近いほど顕著であることが分かった．そして，この場合に限り，産業立地の変更の可能性が広がりうることが確認された．なお，本研究で想定する地域間道路の分権的整備では，各地域政府が産業の立地行動を把握できないことに加えて，外部性が存在するために first best は達成されず，second best を分析する枠組みとなっている．そのため，本研究での分権的整備の結果は，常に最適道路整備水準より低い状態となる．最後に，今後の課題として，Iceberg 型交通抵抗を用いた本モデルでは，地域の基盤産業振興のための地域間道路整備という地域政府の行動が表現できていない．そのため，「売るメリット」が表現できるモデルに改良することが挙げられる．また，地域政府が産業の立地変更を考慮し地域間道路整備を行う場合との結果の比較および first best との比較も必要と考える．

第 2 章　参考文献

Bond,E.W. (2006)：Transportation infrastructure investment and trade liberalization，The Japanese Economic Review 57(4)，pp.483-500.

Mun, S.–I. (1997)：Transport network and system of cities, Journal of Urban Economics, Vol.42, pp.205-221.

福山敬・田村正文(2006) : 地域間道路の関連地域による連携的整備の一般均衡分析―居住地選択モデルへの拡張―,『交通学研究―2006 年研究年報』日本交通学会.

第３章　地域間道路整備の分権的意思決定の タイミングと投資水準に関する分析

3.1　はじめに

我が国では，地方分権化の議論が盛んに行われており，今後，さらなる分権型社会への移行が予想される．さらに，近年は，地方交通政策をはじめ地域が行う自主的かつ自立的な取り組みを国が支援する地方創生・地域再生が国の重点政策として掲げられた．そうした中，道路などの交通基盤施設整備もその対象となっており，特に小規模な地域・都市を結ぶ交通基盤施設整備に関する権限の地方移譲の是非について議論がなされている．地域間交通基盤施設の分権的な整備を考えた場合，その公共財的な性質上，各地域政府の意思決定は戦略的なものとなることが予想される．このとき，地域政府は地域間交通基盤施設整備の水準に加えて，意思決定の早遅の差，つまりタイミングも整備結果に影響を与えることが考えられる．

本章では，小規模な地域・都市を結ぶ交通基盤施設を地域政府が主体となって整備する場面を想定し，地域政府による地域間交通基盤施設整備の意思決定のタイミングの違いが投資水準に与える影響を分析する．具体的には，小地域開放型経済の仮定の下，3地域2期間の部分均衡モデルを構築し，同時ゲームおよび逐次ゲーム（シュタッケルベルクゲーム）による分析またファーストベストな投資水準との比較を行う．そして，これらから，地方分権下での小規模な地域・都市間を繋ぐ交通基盤施設整備の意思決定の帰結について検討する．

3.2　既存研究と本研究の位置づけ

都市・地域経済学の分野において，交通基盤施設整備が都市・地域に与える影響に関する理論的研究について多くの研究蓄積がある．たとえばMun（1997）はm地域n財の一般均衡モデルを用いて外生的な交通基盤施設整備が立地と交易にどのような影響をもたらすかについて分析している．そして，地方都市間への集中的な交通基盤施設整備によって，大都市に吸収されることなく中小都市経済が成長しうることを示している．しかし，交通基盤施設整備水準は外生的に扱われており，地方政府の交通基盤施設整備の意思決定についても明確に示されていない．

田村ら（2006）やFukuyama（2006）は，2地域2財の一般均衡モデルを用いて，分権化された意思決定の下での地域間交通基盤施設の整備水準に関する競争決定問題を分析し，制度設計の観点から地方分権の下での整備制度のあり方と地域間における「ただ乗り」の発生との関係について明らかにした．福山・倉崎（2007）は，田村ら（2006）のモデルを隣接する直列3地域の一般均衡モデルへと拡張し，複数地域による分権的な地域間交通基盤施設の整備について分析，さらに提携形成ゲームの概念を用いて各地域による地域間道路の自発的な連携整備の可能性について，その空間的位置の優位性との関係を明らかにしている．さらに，Fukuyama & Ikeda（2009）は，福山・倉崎（2007）のモデルを基に，複数の連携整備の仕方を導入し，主に，地域の人口・空間的特性が非対称な場合を想定して分析を行っている．一方，池田・福山（2011）では，地域間道路整備の結果が財・生産要素市場に与える短期的な影響に加えて，長期的な影響として産業立地に与える影響

を考慮し，地域間道路整備の地域政府のよる分権的整備が中央政府による整備の場合と比べて，産業立地にどのような影響を与えるかについて明らかにしている．しかしながら，これらの既存研究では，比較的規模の大きい地域間道路整備を対象に分析する枠組みとなっており，現在，地方への権限委譲が具体的に検討されているような比較的規模の小さい地域間道路について分析する枠組みではない．また，各地域政府の地域間交通基盤施設整備に対する意思決定のタイミングの違いについても考慮されていない. なお, 田村ら (2006) が指摘するように，各地域政府が主体となり分権的に地域間交通基盤施設を整備するという枠組みに関して分析した研究は数少なく，著者の知る限りでは，以上で述べた研究が存在するのみである．

Mun & Nakagawa（2008）は，隣接する2国の国境を跨ぐ交通基盤施設の最適な供給と援助政策の役割について分析している．そこでは，両国の政府が独立に交通基盤施設の整備水準を決定する状況において，援助政策によって両国がパレート改善される可能性があることを明らかにしている. なお, Mun & Nakagawa(2008) では，国家間での地域間道路整備に対する援助政策の意思決定を分析する際，2段階ゲーム（逐次ゲーム）を用いており，本研究とその問題構造の一部を同じにしている．

本研究が対象とする地域・都市間道路を含む地域間交通基盤施設整備の分権的・競争的な整備決定の問題は，地域間の物流に関して各地域が個別にその「移出入のしやすさ」の程度を決定する問題として考えることができる．これは，各国が関税・輸入割り当てなどの輸入障壁を自国民の厚生最大化を求めて決定する場面を分析する「戦略的貿易理論」（例えばBrander（2006））とその問題構造の一部を同じにしている．輸入障壁・関税競争に関する研究は数多く存在するが，その中で交通基盤施設も明示的に考慮したものとして例外的にBond（2006）が存在する．そこでは，国家間の競争のみならず，交通基盤施設整備の投資について協力や非協力や交渉といった状況を考慮しており，その状況における最適な投資水準について分析している．また開放経済下では, 1つの小国において交通基盤施設整備をするインセンティブが生じない状況が発生することを示している．しかし，Bond（2006）は国間の競争を分析対象としており，地域間の競争としては扱っていない．また国間の戦略的な意思決定である交通基盤施設を整備するタイミングについても分析されていない.

これらに対し本研究では，3地域2期間部分均衡モデルを用いて，小地域開放経済下における各地域政府の地域間道路の整備について分析する．特に，その意思決定のタイミングに違いが存在する場合に着目している点に本研究の大きな特徴がある．

3.3　小地域開放型経済モデルの構築

3.3.1　モデルの基本設定

本研究では，小地域開放型経済の仮定の下，3 地域 2 期間の部分均衡モデルを構築し，小規模な 2 地域政府が当該地域間交通基盤施設への投資水準を同時・逐次的に決定する場面を定式化する．このとき，第一期に各地域政府は地域間交通基盤施設整備への投資水準を決定し，第二期にその効果が発現するものとする．

地域経済システム内には，地域A，地域B，その他の経済圏（以降，地域*）の3地域が存在し，各地域は財輸送のために使用される地域間交通基盤施設によってつながれている．このとき，地域Aと地域Bは「小地域の仮定」に従うものとする．すなわち，小地域である地域Aと地域Bは，地域*と財の交易を行うが地域*に比べて規模が小さく，それらの交易量の変化が地域経済システム全体の交易量には影響を与えないとする．したがって，本システム内での地域*での価格変化は無視し，地域Aおよび地域Bは地域*の交易条件に従う状況を想定する．3地域間の財の移出入は図1に描かれている．地域Aは，地域Bおよび地域*から財2を移入し，地

域Bに財1を移出しており，地域Bは，地域Aおよび地域*から財1を移入し，地域Aに財2を移出しているものと仮定する．また，地域*は地域Aに財2を，地域Bに財1を移出しており，財移入はないものとする．地域Aと地域*および地域Bと地域*とを繋ぐ地域間交通基盤施設は既に整備されており，それぞれの財一単位当りの輸送コストを$\bar{v}^*$，$\bar{v}^{**}$とする．そして，地域Aと地域Bを結ぶ地域間交通基盤施設の財一単位当りの輸送コストvは，地域A，地域Bが決定する投資水準によって決定されるものとする．ただし，小地域の仮定より地域Aと地域Bを繋ぐ地域間交通基盤施設整備は地域*での価格に影響を与えない．以上の想定より，価格の関係式は以下のようになる．

$$\bar{P}_2^A = \bar{P}_2^* + \bar{v}^* = P_2^B + v \,, \quad \bar{P}_1^B = \bar{P}_1^* + \bar{v}^{**} = P_1^A + v \tag{1}$$

ただし，P_j^i：地域iの財jの価格($i = A, B, *$，$j = 1, 2$)で，変数上のバーは固定値であることを示す．

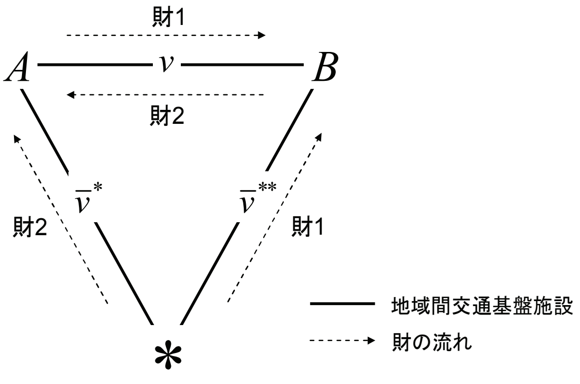

図1　モデルの概略

次に，各地域の交易による利益を導出するため，地域iの財jに関する超過需要関数$M_j^i\left(N^i, P_j^i\right)$を定義する．ここで，$P_j^i$は地域 i の財 j の均衡価格，N^iは地域 i の人口である．均衡価格の上昇は超過需要量を減少させることから，超過需要関数は$dM_j^i / dP_j^i < 0$を仮定する．一方，自地域の人口増加は，消費者の増加として需要曲線をシフトさせる一方，財生産に投入される生産要素の増加として供給曲線にも影響を与える．このとき，自地域の人口が増加することによって集積の経済性が高まり，財の生産効率が高まることで，自地域の人口増加による供給量の増加分が需要量の増加分を上回る場合も考えられようが，一般に財は複数の生産要素の投入によって生産され，労働といった単一の生産要素の増加が生産に与える影響は，それが需要に与える影響より小さいものと考えられる．これはつまり自地域の人口増加は超過需要量を増加させるが，超過供給量は逆に減少することを意味する．したがって，本研究では，自地域の人口増加が超過需要に与える影響について$dM_j^i / dN^i > 0$を仮定する．また，地域間で正の輸送コストを伴って取引される財1，財2に対し，各地域で生産され輸送コストゼロで取引可能な財0の存在を仮定する．これにより，これまでの部分均衡モデルは一般均衡モデルとして解釈できる．いま，消費者の財に対する選好は各地域で同一であるとし，消費者一人当りの効用関数を準線形の効用関数として以下のように与える．

$$U = \sum_{i=1,2} u_i\left(D_i\right) + D_0 \tag{2}$$

ただし，u_iは財iの消費から得る効用（凹関数），D_iは財iの消費量，D_0は財0の消費量である．このとき，財1，財2は労働と資本によって，財0および地域間交通基盤施設は労働のみによって生産されるものとする．このような消費者の選好，生産構造および各地域の人口規模の下で，ある期間に各地域が交易から得る利益(余剰)を次のように定式化する．

$$W^i\left(v,N^i\right)=\sum_{j=1,2}\left(\int_{P_j^i}^{q_j^i}M_j^i\left(u,N^i\right)du\right)\quad,\quad i=A,B \tag{3}$$

ただし，W^i：地域iの地域厚生，v：輸送コスト，q_j^i：地域iの財jの自給自足価格である．

以上までに提示したモデルの構造は，Bond（2006）のモデルと基本的に同様の構造をしており，次の２点に特徴がある．まず，第一に財0が所得効果を吸収するため需要の所得効果を排除でき，余剰分析が可能であること，第二に道路投資に用いられるための資源の変化は，財0の生産の変化によって相殺されるため，地域間道路投資への水準の変化が交易される財の生産に影響を与えないことを保証する点にある．道路整備への資源の集約は，交易される財生産にも影響を及ぼし，交易パターンそのものにも大きな影響を与える可能性があるが，道路整備は典型的に初期段階においてのみ莫大な費用が要求され，その効果は長期にわたって続くため，本研究で想定するような2期間の構造と財0の役割によって道路整備による要素の集約が交易される財生産に与える影響は取り除いている．そして，本モデルでは，先述した通り，小地域である地域A,地域Bは財1，財2の交易から得られる余剰から地域厚生を計る.そのため，地域Aが財1,地域Bが財2の生産に比較優位を持っていると考えるため財の種類を財1，財2，財0の3種類を想定し，分析を行う．

(3)式によって表わされる交易による利益は，各地域政府が決定する投資水準によって決まる地域間交通基盤施設の輸送コストに依存する．そこで，輸送コストと地域間交通基盤施設整備への投資の関係を投資関数として次のように定義する．

$$v=\varphi\left(r^A,r^B\right),\quad \varphi_{r^i}<0,\quad \varphi_{r^ir^i}>0,\quad i=A,B \tag{4}$$

ただし，r^i:地域iの投資額である．

輸送コストは各地域の投資によって減少すると考えられるため，$\varphi\left(r^A,r^B\right)$は各地域による投資の減少関数とし，各地域の投資水準に対して凸関数を仮定する．また，ここで$\varphi\left(r^A,r^B\right)$の交叉微分である$\varphi_{r^Ar^B}$は，地域間交通基盤施設整備への投資に関する補完性・代替性を表わす．$\varphi_{r^Ar^B}>0$ならば，地域間交通基盤施設整備への投資と輸送コストの関係が代替的であり，$\varphi_{r^Ar^B}<0$ならば，それが補完的であることを示す． なお，$\varphi_{r^Ar^B}=0$となる場合を，本研究では中立的と定義する．ここで，投資関数が補完的・中立的な場合とは，地方分権下での地域間を跨ぐ国道などを整備するような場合であり，各地域が地域間交通施設の自地域部分に対して個別に投資を行うような状況と解釈できる．一方，代替的な場合とは，地域間を跨ぐトンネルや架橋などを整備するような場合で，各地域が共同で原資を出し合い，プールした原資に基づいて整備を行うような状況と解釈できる．

3.3.2　同時ゲーム

前項のような設定のもと，第一期での地域政府の行動は，第二期での交易による利益の現在価値から第一

期での投資額を差し引いた自地域厚生の現在価値が最大になるように投資水準を決定するものとする．同時ゲームにおいて，このような地域政府の行動は次のように表わせる．ただし，本モデルは 2 期モデルであるが分析の簡略化のために割引率を 0 と仮定する．なお，第 2 期は地域間交通基盤施設の耐用期間と解釈できる．

$$\max_{r^i} \quad NW^i = W^i(N^i, v) - r^i, \quad i = A, B$$
$$s.t. \quad v = \phi\left(r^A, r^B\right) \tag{5}$$

このとき，最大化問題(5)式の 1 階条件は以下となる．

$$\frac{\partial W^i\left(N^i, \phi\left(r^A, r^B\right)\right)}{\partial v}\phi_{r^i} - 1 = 0, \quad i = A, B \tag{6}$$

(6)式は，輸送コスト減少における限界便益が地域 i の限界コストに等しいことを表わしており，地域 i の最適応答関数 $R\left(N^i, r^j\right)$ を定義する式である．ナッシュ均衡解 $\left\{r_N^A, r_N^B\right\}$ は，両地域の(6)式を同時に満たす値である．なお(5)式の最適化問題の最適投資水準の十分条件として次式が要求される．

$$\frac{\partial^2 W^i}{\partial v^2}\varphi_{r^i}^2 + \frac{\partial W^i}{\partial v}\varphi_{r^ir^i} < 0 \tag{7}$$

ここで，地域 j の投資水準の増加が地域 i の最適な投資水準に与える影響を調べるため，(6)式を全微分し整理すると次式を得る．

$$\left.\frac{dr^i}{dN^i}\right|_{dr^j=0} = -\frac{\left[\dfrac{\partial^2 W^i}{\partial v \partial N^i}\phi_{r^i}\right]}{\left[\dfrac{\partial^2 W^i}{\partial v^2}\phi_{r^i}^2 + \dfrac{\partial W^i}{\partial v}\phi_{r^ir^i}\right]}, \quad i = A, B \tag{8}$$

$$\left.\frac{dr^i}{dr^j}\right|_{dN^i=0} = -\frac{\left[\dfrac{\partial^2 W^i}{\partial v^2}\phi_{r^j}\phi_{r^i} + \dfrac{\partial W^i}{\partial v}\phi_{r^ir^j}\right]}{\left[\dfrac{\partial^2 W^i}{\partial v^2}\phi_{r^i}^2 + \dfrac{\partial W^i}{\partial v}\phi_{r^ir^i}\right]}, \quad i = A, B \tag{9}$$

(8)式の分母は，最適投資水準 r^i に関する十分条件((7)式)であることから負とならなければならない．一方，(8)式の分子の符号は，$dM_j^i/dN^i > 0$ の仮定より正となる．したがって，dr^i/dN^i の符号は負となる．すなわち，自地域の人口増加は，自地域の地域間道路整備への投資水準を減少させる．

一方，(9)式の分母は最適投資水準 r^i の二階条件式(7)より負，分子の第 1 項は正より，(9)式の符号は第 2 項の $\varphi_{r^ir^j}$ の符号に依存する．このとき，dr^i/dr^j の符号は，$\varphi_{r^ir^j} \le 0$ の場合には正となり，一方，$\varphi_{r^ir^j} > 0$ の場合には一意に決まらない．

これらをまとめたものが表 1 であり，次の定理が成り立つ．すなわち，地域間での交通基盤施設投資に関

する補完性・中立性は，戦略的補完性をもつための十分条件である（定理 1）．また，地域間での交通基盤施設投資に関する代替性は，戦略的代替性をもつための必要条件である（定理 2）．

表1　同時ゲームにおける投資関数と戦略的関係

投資関数	戦略的関係
$\phi_{r^i r^j} < 0$（補完的）	$dr^i / dr^j > 0$（戦略的補完性）
$\phi_{r^i r^j} = 0$（中立的）	
$\phi_{r^i r^j} > 0$（代替的）	$dr^i / dr^j \gtrless 0$（戦略的代替性）

一方，これらの最適行動の組み合わせであるナッシュ均衡$\{r_N^A, r_N^B\}$ではどうであろうか．自地域の人口増加に対して，両地域ともナッシュ均衡投資水準は減少する．一方，相手地域の人口増加に対しては，地域間道路への投資と輸送コストの関係が補完的な場合および中立的な場合は，各地域のナッシュ均衡解$\{r_N^A, r_N^B\}$の投資水準は減少することが定性的に確認できる（導出過程は付録に記す）．

3.3.3　逐次ゲーム

逐次ゲーム（シュタッケルベルグゲーム）では，先導者($Leader : L$)は自分の行動に対する追随者($Follower : F$)の反応，すなわち最適応答関数$R(N^F, r^L)$を予測した上で自地域の投資水準を決定する．一方，追随者は先導者の投資水準r^Lを知った上で自地域の投資水準を決定する．そのため，F である地域政府の行動は (5)式と同じものとなる．(5)式で求まる F の最適行動を以下で表現する．

$$r^F = R(N^F, r^L) \tag{10}$$

次に，L として行動する地域政府を定式化する．本研究では，第一期内において L・F の意思決定がなされると想定し，両者の意思決定のタイムラグは時間的割引が発生しない程に短いとする．自地域（L）の行動に対する相手地域（F）の反応，すなわち相手地域の最適応答を予測した上で自地域の投資水準を決定する L の行動は，次のように定式化される．

$$\max_{r^L} NW^L(N^L, v) = W^L(N^L, v) - r^L \tag{11}$$

$$s.t.\ v = \varphi\left(r^L, R(N^F, r^L)\right) \tag{12}$$

(11),(12)式より，L の最適投資水準の選択に関する必要条件，十分条件はそれぞれ以下のように与えられる．

$$\frac{\partial W^L}{\partial v}\varphi_{r^L} + \frac{\partial W^L}{\partial v}\varphi_{r^F}\frac{\partial R}{\partial r^L} - 1 = 0 \tag{13}$$

$$\frac{\partial^2 W^L}{\partial v^2}\left(\varphi_{r^L}^2 + \varphi_{r^L}\varphi_{r^F}\frac{\partial R}{\partial r^L}\right) + \frac{\partial W^L}{\partial v}\left(\varphi_{r^L}\varphi_{r^L} + \varphi_{r^F r^L}\frac{\partial R}{\partial r^L} + \varphi_{r^F}\frac{\partial^2 R}{\partial r^L \partial r^L}\right) < 0 \tag{14}$$

L として行動する地域政府の最適投資水準の選択に関する必要条件(13)式には，同時ゲームにおけるそれにあたる (6)式にはない第 2 項目が現れている．この項は，自地域の投資の増加による間接効果を表わしており，相手地域の投資量の変化を誘発する．

(10),(13)式が成立する両地域の投資水準が，逐次ゲームの均衡，つまり，シュタッケルベルグ均衡である．

シュタッケルベルグ均衡での地域人口の増減が道路投資水準に与える定性的影響については，投資が補完的あるいは中立的($\varphi_{r^i r^j} < 0$，$\varphi_{r^i r^j} = 0$)な場合，先導者地域の人口増加は先導者の最適投資水準r_S^Lを減少させるが，投資が補完的($\varphi_{r^i r^j} > 0$)な場合は，投資増も減もありうる．なお，相手地域（追随者）の人口増加が先導者の最適投資水準に与える影響については定性的には判別できない（導出は付録を参照）．

3.3.4　ナッシュ均衡とシュタッケルベルグ均衡の関係

各地域の等厚生曲線の形状の検討を通じて，ナッシュ均衡とシュタッケルベルグ均衡の関係を明らかにする．地域iの等厚生曲線の形状を求めるため，同時ゲームの地域厚生を表す(5)式を全微分すると次式を得る．

$$dNW^i = \frac{\partial\left(W^i - r^i\right)}{\partial r^i} dr^i + \frac{\partial\left(W^i - r^i\right)}{\partial r^j} dr^j \tag{15}$$

ここで，等厚生水準のもと地域iの投資水準の変化が地域jの投資水準に与える影響を分析するため，等厚生と置く($dNW^i = 0$)と以下が得られる．

$$\frac{dr^j}{dr^i} = -\left(\frac{\partial W^i}{\partial v}\varphi_{r^i} - 1\right) \Big/ \left(\frac{\partial W^i}{\partial v}\varphi_{r^j}\right) \tag{16}$$

(16)式の分母の符号は常に正である．一方，分子の符号は，最適応答値以上（左側）では正となり，また，その以下（右側）では負となる．また，$dr^i = 0$のとき，(15)式より以下の式が導かれる．

$$\frac{dNW^i}{dr^j} = \frac{\partial W^i}{\partial v}\varphi_{r^j} > 0 \tag{17}$$

いま，最適応答関数が戦略的補完性をもつ場合を考えると，(16),(17)式より，地域iの等厚生曲線の形状は図 2 のようになり，等厚生曲線はグラフ上の右上にいくほど高くなることが分かる．

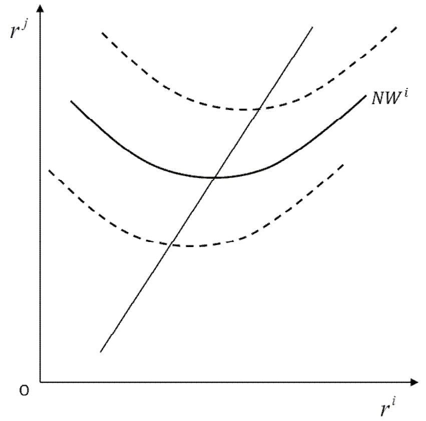

図2　等厚生曲線の形状

以上の結果を用いてナッシュ均衡とシュタッケルベルグ均衡を示したものが図 3 である．

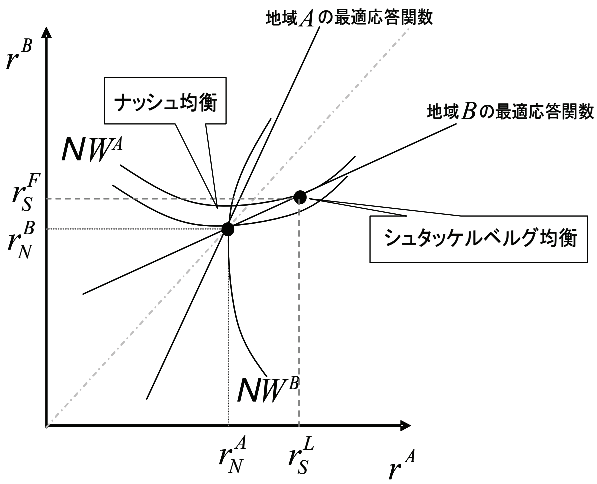

図3　ナッシュ均衡とシュタッケルベルグ均衡

ナッシュ均衡は最適応答関数の交点で与えられる．一方，A 地域を L とするシュタッケルベルク均衡は，B の最適応答関数を所与として地域 A は厚生最大化を図るので，図中の B の最適反応関数上で，A の等厚生曲線が接するところで求まることになる．図 3 より，シュタッケルベルク均衡は，ナッシュ均衡に比べて両地域の厚生を増加させることがわかる．なお，ナッシュ均衡の近傍において両地域が同時に投資水準を増加させれば，両地域の厚生は上昇することもみてとれる．また，逐次ゲームにおいて，先導者として行動した場合より，追随者として行動した場合のほうが，ナッシュ均衡からの厚生の変化分としては大きくなることから，戦略的補完性のもとでは「フォローワ有利」であることも確認される．

3.4　関数の特定化による比較検討

3.4.1　ファーストベストと関数の特定化

前節で構築したモデルを用いて，各均衡投資水準の比較検討を行うため，超過需要関数と投資関数を特定化する．また，ファーストベストな投資水準$\left(r_*^A, r_*^B\right)$との比較検討も行う．

まず，ファーストベストの定式化を行う．ファーストベストな投資水準は，以下のように各地域厚生の現在価値の総和を最大化するように投資水準を決定することで達成されるとする．

$$\max_{r^i} \ W^A(N^A,v)+W^B(N^B,v)-r^A-r^B,\ i=A,B$$
$$s.t.\ \ v=\varphi\left(r^A,r^B\right) \tag{18}$$

(18)式の 1 階条件は次式で与えられる．

$$\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^i}+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^i}-1=0,\ \ i=A,B \tag{19}$$

各地域の戦略的行動とその結果である均衡について考える場合，「戦略的補完性・代替性」が重要となる．そこで，$v=\varphi\left(r^i,r^j\right)$の特定化に際し，戦略的補完性および戦略的代替性それぞれに対応するのものとして，投資が中立的$\left(\varphi_{r^ir^j}=0\right)$，代替的$\left(\varphi_{r^ir^j}>0\right)$の 2 つの場合を考える．特定化した関数を以下に示す．

【超過需要関数】

$$M_k^i\left(N^i,P_k^i\right)=-\alpha_e\left(N^i\right)^{-1}\exp\left\{\alpha_e P_k^i\right\} \qquad i=A,B,i\neq j,i=A\left(B\right)\text{のとき } k=1\left(2\right) \tag{20}$$

ただしα_e：移出財に対する選好を表わすパラメータ．

【投資関数】

・中立的$\varphi_{r^ir^j}=0$な（戦略的補完性が成り立つ）場合

$$v=\varphi\left(r^i,r^j\right)=-\beta\left[\ln\left(\frac{r^i}{\overline{\gamma}_i}\right)+\ln\left(\frac{r^j}{\overline{\gamma}_j}\right)\right] \tag{21}$$

・代替的$\varphi_{r^ir^j}>0$な（戦略的代替性が成り立つ）場合

$$v=\varphi\left(r^A,r^B\right)=-\beta\ln\left(\frac{r^i+r^j}{\overline{\gamma}_i+\overline{\gamma}_j}\right) \tag{22}$$

ただし$\overline{\gamma}_i,\overline{\gamma}_j$は地域間道路の整備水準の上限に対応する各地域の投資額を表し$\overline{\gamma}_i=\overline{\gamma}_j=1$とする．

3.4.2 戦略的補完性のもとでの分析結果

各地域の最適応答関数が戦略的補完性を持つ場合（投資が中立的な場合）の各均衡投資水準およびファーストベストな投資水準（ナッシュ均衡，シュタッケルベルグ均衡，ファーストベスト時）を導出したものが表 3 である．

表3　戦略的補完性のもとでの均衡投資水準

	均衡投資水準	
	r^A	r^B
同時ゲーム r_N^i $(i=A,B)$	$[\beta\Gamma_A]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot(\beta\Gamma_B)^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}$	$[\beta\Gamma_B]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot(\beta\Gamma_A)^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}$
シュタッケルベルグゲーム r_S^i $(i=A,B)$ (Leader,Follower)=(A，B)	$(1-\alpha_e\beta)^{\frac{\alpha_e\beta-1}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot[\beta\Gamma_A]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot(\beta\Gamma_B)^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}$	$(1-\alpha_e\beta)^{\frac{-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot[\beta\Gamma_A]^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot(\beta\Gamma_B)^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}$
ファーストベスト r_*^i $(i=A,B)$	$[\beta(\Gamma_A+\Gamma_B)]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot[\beta(\Gamma_A+\Gamma_B)]^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}$	$[\beta(\Gamma_A+\Gamma_B)]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot[\beta(\Gamma_A+\Gamma_B)]^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}$

この結果より，各均衡投資水準とファーストベスト時の比較を行ったものが，次式である．

$$\left(\frac{r_N^i}{r_*^i}\right)=\left[\frac{\Gamma_i}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot\left[\frac{\Gamma_j}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}<1 \qquad i=A,B,i\neq j \tag{23}$$

$$\left(\frac{r_S^A}{r_*^A}\right)=(1-\alpha_e\beta)^{\frac{\alpha_e\beta-1}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot\left[\frac{\Gamma_L}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot\left[\frac{\Gamma_F}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\ \substack{>\\<}\ 1 \tag{24}$$

$$\left(\frac{r_S^B}{r_*^B}\right)=(1-\alpha_e\beta)^{\frac{-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot\left[\frac{\Gamma_L}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\cdot\left[\frac{\Gamma_F}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{1-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\ \substack{<\\>}\ 1 \tag{25}$$

ただし，$\Gamma_i=\alpha_e\left(N^i\right)^{-1}\exp\left\{\alpha_e\bar{P}_k^j\right\},i=A,B,i\neq j$ のとき $k=1(2)$ である．(23)式がナッシュ均衡とファーストベストとの比較（比），(24),(25)式がシュタッケルベルク均衡とファーストベストとの比較（比）である．なお，(24)式が先導者，(25)式が追随者の場合である． 2地域政府がそれぞれ独立に地域間交通基盤施設整備への投資水準を選択するという状況下では，その投資水準はセカンドベストとなる．均衡投資水準はナッシュ均衡ではファーストベストと比べて過少投資に，シュタッケルベルク均衡では過少投資に加えて過大投資となる場合があることがわかる．特に，シュタッケルベルクゲームでは，地域間で人口規模が大きく異なるような場合に，過大投資が生じる可能性がある．

一方，ナッシュ均衡とシュタッケルベルク均衡の比較として，その比を示したものが次式である．

$$\left(\frac{r_S^A}{r_N^A}\right)=(1-\alpha_e\beta)^{\frac{\alpha_e\beta-1}{1-2\alpha_e\beta}}>1\ ,\quad \left(\frac{r_S^B}{r_N^B}\right)=(1-\alpha_e\beta)^{\frac{-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}>1 \tag{26}$$

$$\left(\frac{r_S^L}{r_N^L}\right)-\left(\frac{r_S^F}{r_N^F}\right)=(1-\alpha_e\beta)^{\frac{-\alpha_e\beta}{1-2\alpha_e\beta}}\left(\frac{\alpha_e\beta}{1-\alpha_e\beta}\right)>1 \tag{27}$$

ナッシュ均衡よりもシュタッケルベルク均衡解のほうが両地域とも均衡投資水準が高くなることがわかる．すなわち，各地域政府が同時に決定するよりも逐次的に決定することで，両地域ともに投資水準を増加させることがわかる．これは各地域政府の最適応答関数が戦略的補完性を持つことから，逐次的な意思決定という競争上の差異が地域政府間の競争を促進させるためであり，これは図 3 の説明時にも示した．このとき，同時決定での投資水準に対する先導者の投資水準の増加分から同時決定での投資水準に対する追随者の投資水準の増加分の差を表わす(27)式が 1 以上であることから，同時決定での投資水準に対する先導者の投資水準

の増加分は，追随者のそれより常に大きいことがわかる．

図 4 は，各地域の人口規模が等しい場合の均衡投資水準と地域厚生の関係を図示したものである． NW_N^A，NW_N^Bはナッシュ均衡での各地域の厚生水準を，NW_S^A，NW_S^Bはシュタッケルベルク均衡での各地域の厚生水準を表しているが，相手地域の投資水準の増加は自地域の厚生水準を増加させるため，シュタッケルベルク均衡における各地域の厚生水準は，同時決定の場合と比較して両地域とも自地域の厚生水準を増加させる．これより，各地域の逐次的な意思決定は各地域にとってパレート改善をもたらすことが分かる．しかし，図 4 より明らかなように，各地域の人口規模が等しい場合，先導者より追随者として行動するほうが自地域の厚生上有利であるため，両地域には追随者として行動するインセンティブが生じることになる．

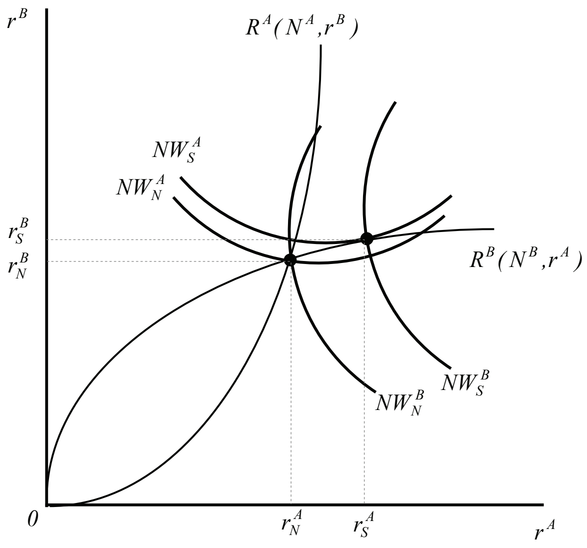

図4　戦略的補完性での各均衡解と等厚生曲線($N_A = N_B$)

以上の結果より，各地域が意思決定のタイミングを内生的に決定するような場面を考えると，同時決定よりも逐次的な意思決定によってパレート改善をもたらすが，両地域はお互いに追随者として行動しようとするために均衡が実現せず，地域間交通基盤施設整備が行われない様子見が続くことが示唆される．

なお，先述したとおり，各地域政府の意思決定が逐次的になされる場合には，先導者・追随者のどちらにおいても均衡投資水準が過少投資に加えて過大投資となる可能性がある．このような過少投資，過大投資がどのような状況で生じるかについて表現したものが，図 5, 図 6 である．

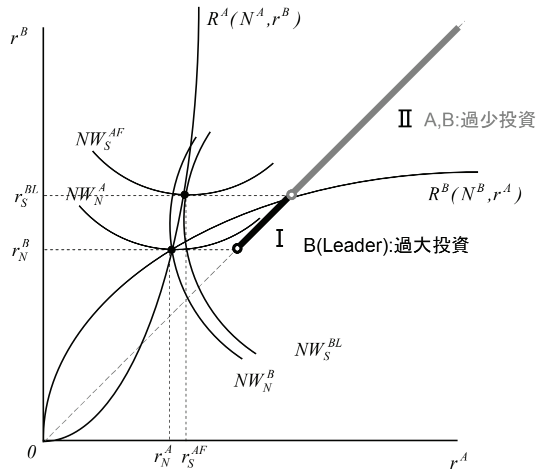

図5　先導者が過大投資になる場合

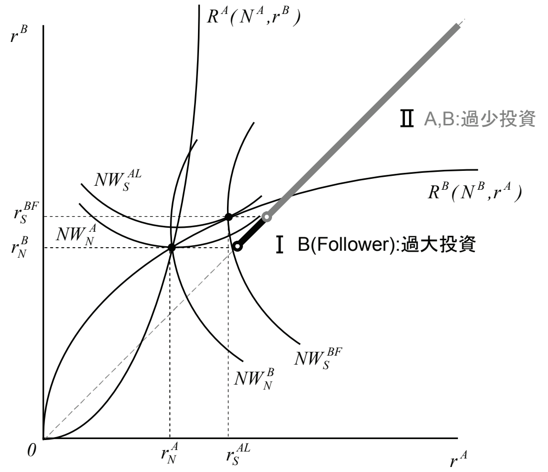

図6　追随者が過大投資になる場合

図 5 は先導者が過大投資になる場合である．これは $N^A > N^B$,(Leader, Follower)=(B, A)の場合，つまり追従地域が大きい場合である．一方，図 6 は追随者が過大投資になる場合を表しており，これは $N^A > N^B$ (Leader, Follower)=(A, B)の場合，つまり，先導地域が大きい場合である．また，表 3 に与えられるファーストベストな投資水準式より，ファーストベストな投資水準は両図ともに 45 度線上に存在する．ファーストベストが，45 度線上の「Ⅰ」の範囲にある場合，図-5 では先導者が過大投資に，図 6 は追随者が過大投資になることをあらわしており，一方，「Ⅱ」の範囲に存在するような場合には，図 5，図 6 のような状況において両地域とも過少投資になる．なお，「Ⅰ」以下の範囲にファーストベストな投資水準がくることありえない．

3.4.3　戦略的代替性のもとでの分析結果

本モデルでは，地域間交通基盤施設整備の効果が交易される財価格のみに影響する部分均衡モデルの枠組みであるため，(6)式を用いて導出される各最適応答関数はその傾きが -1 となり，地域間での人口規模が対称な場合には各均衡解は一意に求まらない（図 8 を参照のこと．この場合，地域間交通基盤施設整備の費用負担に関する交渉問題に帰着することが考えられる．実際，地方分権下での地域間道路整備について，一般均衡分析の枠組みで研究を行っている池田・福山（2011）などでは，最適応答関数の傾きがこの二次的な効果によりずれるため，一意のナッシュ均衡解が導出される）．そこで，地域間で人口が異なる場合について考える．

次に，逐次ゲームを考える．いま，地域間の人口規模を $N^A > N^B$ と仮定すると，地域 A の最適応答の切片

が地域 B の最適応答関数の切片より小さくなることから，各地域の最適応答関数とナッシュ均衡は図 7 のようになる．

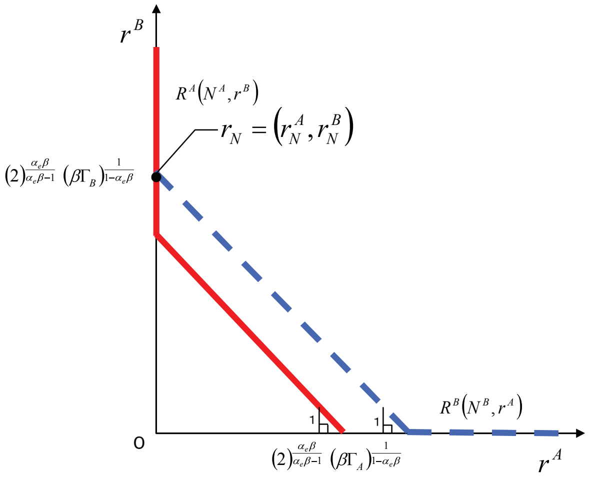

図7　ナッシュ均衡($N^A > N^B$ の場合)

ナッシュ均衡 r_N^A, r_N^B は以下のように一意に求まる．

$$\left(r_N^A, r_N^B\right) = \left(0, (2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\left(\beta\Gamma_B\right)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}\right) \tag{28}$$

このように，各地域間で人口規模が異なる場合には，相対的に人口規模の大きい地域が，相対的に人口規模の小さい相手地域の投資にただ乗りする結果となる．これは，$N^A > N^B$ のときには，$\Gamma_A < \Gamma_B$ の関係が成立するためである．これは，すなわち相対的に人口規模の大きい地域では，相対的に人口規模の小さい地域より相手地域に移出する財の量が少なくなる．そのため，相対的に人口規模の大きい地域は，相対的に人口規模の小さい地域より地域間道路整備への投資のインセンティブが小さく，投資が完全に代替である今回のケースでは，相対的に人口規模の大きい地域がただ乗りすることが最適な行動となるためである．なお，各地域が移出する財の移入価格での均衡価格の関係が $\bar{P}_2^A < \bar{P}_1^B$ の場合も上記と同様のことが言える．

次に，逐次ゲームを考える．地域 A を先導者，地域 B を追随者として行動するものと想定し，同時ゲームの結果からシュタッケルベルグゲームの均衡解と等厚生曲線を図示したものが図 8 である．ここでは，同時ゲームと異なり，地域の人口が同じ場合でも，均衡解が存在するため，両地域人口が同じ場合を図示する．最適応答関数が戦略的代替性をもつ場合の等厚生曲線の形状は図 8 の曲線ようになっており，地域 A の等厚生曲線の場合，左上にいくほど水準が高くなる．

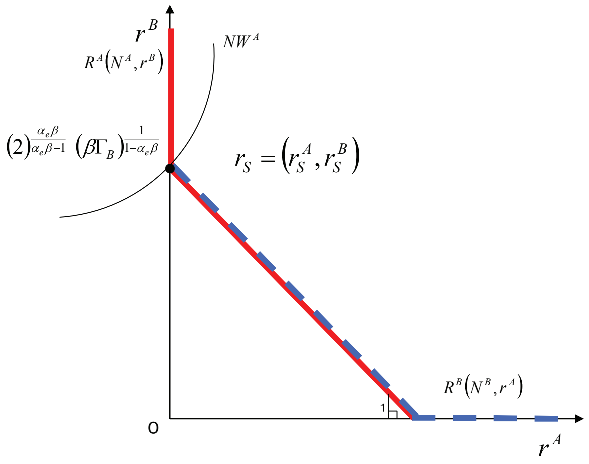

図8　シュタッケルベルグ均衡($N^A = N^B$ の場合)

したがって, 追随者の地域 B の最適応答を考慮に入れた地域 A の最適な投資水準はゼロとなる. このとき, 逐次ゲームの均衡解 r_S^A, r_S^B は以下のようになる.

$$\left(r_S^A, r_S^B\right) = \left(0, (2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\left(\beta\Gamma_B\right)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}\right) \tag{29}$$

地域 B が先導者の場合ももちろん同様で以下を得る.

$$\left(r_S^A, r_S^B\right) = \left((2)^{\frac{\alpha_e}{\alpha_e\beta-1}} \cdot \left(\beta\Gamma_A\right)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}, 0\right) \tag{30}$$

本研究では, 各地域政府の意思決定のタイミングについては, 地域格差などに起因して外生的に発生するものと想定し外生的に与えた上で分析を行っているが, もし, 各地域政府がそのタイミングまで内生的に決定するような完全に地域政府の意思決定権限が移譲されたような場面を想定すると, この結果より, どちらの地域も先導者になりたがると考えられる. しかしながら, ここで先導者になるとは, 自らは投資をしない（ことを表明する）こと意味しており, したがって, この場合にはお互いに様子見する状態が続き, いつまでたっても道路整備が進まないような状況になるであろうことを示唆している. そのため, 人口規模の等しい地域間の道路整備を行う場合には, 各地域政府がそのタイミングまで内生的に決定するような完全に地域政府の意思決定権限が移譲されたような場面においては, 中央政府による何らかの介入が必要となると考えられる.

表 4 は, $N^A \geq N^B, \bar{P}_2^A = \bar{P}_1^B$ の場合の各ゲームの均衡投資水準の結果をまとめたものである. 表中の総均衡投資水準は両地域の均衡投資水準の和である.

表 4　戦略的代替性下での各均衡投資水準($N^A > N^B$)

		均衡投資水準		
		総投資水準$\left(r^A + r^B\right)$	r^A	r^B
同時ゲーム r_N		$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ (\beta\Gamma_B)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$	0	$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ (\beta\Gamma_B)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$
シュタッケルベルグゲーム	A (Leader) r_{SA}	$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ (\beta\Gamma_B)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$	0	$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ (\beta\Gamma_B)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$
	B (Leader) r_{SB}	$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ (\beta\Gamma_A)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$	$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ (\beta\Gamma_A)^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$	0
ファーストベスト r_*		$(2)^{\frac{\alpha_e\beta}{\alpha_e\beta-1}}\ \{\beta(\Gamma_A+\Gamma_B)\}^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}$	複数解	複数解

この結果を用いて，各均衡投資水準とファーストベストとの比較を行ったものが，次式である．ただし，地域毎のファーストベストは一意に求まらないため，総均衡投資水準で比較を行う．(31)式がナッシュ均衡解とファーストベストとの比，(32)式がシュタッケルベルク均衡とファーストベストとの比である．

$$\left(\frac{r_N}{r_*}\right)=\left[\frac{\Gamma_B}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}<1 \tag{31}$$

$$\left(\frac{r_{S1}}{r_*}\right)=\left[\frac{\Gamma_B}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}<1,\ \left(\frac{r_{S2}}{r_*}\right)=\left[\frac{\Gamma_A}{\Gamma_A+\Gamma_B}\right]^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}<1 \tag{32}$$

これらより，各総均衡投資水準はファーストベストな総投資水準に比べて過少投資となることが確認できる．

また，次式はナッシュ均衡とシュタッケルベルク均衡の比をとったものであるが，これより相対的に人口規模の小さい地域が先導者として行動した場合には，ナッシュ均衡の総均衡投資水準よりも低い水準しか達成されないことがわかる．

$$\left(\frac{r_{S1}}{r_N}\right)=1,\ \left(\frac{r_{S2}}{r_N}\right)=\left[\frac{\Gamma_A}{\Gamma_B}\right]^{\frac{1}{1-\alpha_e\beta}}<1 \tag{33}$$

一方，表 4 において地域毎の各均衡投資水準についてみると，各地域が同時に投資水準の決定を行う場合では，人口が相対的に大きい地域が，相対的に小さい地域の投資にただ乗りする結果となる．これは，相対的に人口規模の大きい地域は相手地域に移出する財の量が少ないため，当該地域間交通基盤施設整備に対する投資のインセンティブが相対的に小さい地域と比べ低いためである．また，各地域が逐次的に投資水準を決定する場合には，各地域の人口規模とは関係なく先導者として行動する地域が相手地域へただ乗りする結果となる．このとき，ただ乗りによって当該地域の厚生は増加するため，戦略的代替性を持つ場合，各地域には先導者として行動するインセンティブが生じる．

以上の結果より，各地域が意思決定のタイミングを内生的に決定するような場面を考えると，戦略的代替性を持つ場合には，両地域は自らの投資水準ゼロをもって先導者になろうとするため，地域間交通基盤施設整備が行われない様子見が続くことが示唆される．

3.5　3 章のまとめ

本研究では，小規模な地域政府による地域間交通基盤施設整備の意思決定のタイミングの違いが投資水準に与える影響について分析し，その結果より地方分権下での地域間交通基盤施設整備の意思決定の帰結について検討した．

小規模な地域・都市間を繋ぐ交通基盤施設整備の地方分権化は，地域政府による自発的な整備をもたらさず，両地域政府は地域間交通基盤施設整備をいつまでたっても行わない様子見状態が続く可能性があることが示された．そのため，このような小規模な地域間交通基盤施設整備の地方分権化においては，信頼性のある第 3 者機関や上位政府などによる何らかの政策的介入が必要であると考えられる．その際，地域間で戦略的補完性が成立し，特に地域間で人口が対称的な場合には，各地域政府の意思決定のタイミングに差異を与えるような地域間での信頼性のある整備ルールが，一方，地域間で戦略的代替性が成立し，特に地域間で人口が非対称な場合には，各地域政府の意思決定のタイミングに差異を生じさせないような地域間での信頼性のある整備ルールが有効であるものと考えられる．

第3章　参考文献

池田結樹，福山敬: 地域政府による地域間道路の分権的整備が産業立地に及ぼす影響に関する分析，交通学研究，Vol.54, pp. 225-234, 2011.

田村正文，福山敬，佐々木公明 : 地域連携による地域間道路の整備制度に関する一般均衡，交通学研究，Vol. 49，pp.　61－70，2006 .

福山敬，倉崎慎士: 交通基盤施設整備に関する地域連携のモデル分析，国際交通安全学会誌，Vol.32，No.3，2007.

Bond，E.W.: Transportation infrastructure investment and trade liberalization, The Japanese Economic Review 57(4), pp. 483-500, 2006.

Brander, J. A. : Strategic trade policy ，in G. M. Grossman and K. Rogoff, eds. Handbook of International Economics, 60(3)，pp.　498-518，2006.

Fukuyama, K: Regional competition and cooperation on provision of inter-regional transportation infrastructure，paper presented at 1st international conference on Finding Transportation Infrastructure，Banff，Canada，July，2006.

Fukuyama, K., and Ikeda, Y: Analyses on continuance of unpopular international airline by local government: A case of Tottori prefecture in Japan, Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.2389-2394, 2009.

Mun，S. -I. , Nakagawa. S.: Cross-border transport infrastructure and aid policies，The Annals of Rgional Science, Vol.42, pp.465-486, 2008.

Mun，S. -I.　: Transport network and system of cities，Journal of Urban Economics,Vol.42, pp.205-221, 1997.

第3章　付録

ナッシュ均衡の比較静学

地域Aの人口変化が均衡に与える影響をみるため，最適反応関数(6)式をN^Aで全微分すると以下を得る．

$$\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v^2}\varphi_{r^A}^2+\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^Ar^A}\right]\frac{dr_N^A}{dN^A}+\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v^2}\varphi_{r^B}\varphi_{r^A}+\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^Ar^B}\right]\frac{dr_N^B}{dN^A}=-\frac{\partial^2 W^A}{\partial v\partial N^A}\varphi_{r^A} \quad \text{(A-1a)}$$

$$\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v^2}\varphi_{r^B}^2+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^Br^B}\right]\frac{dr_N^B}{dN^A}+\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v^2}\varphi_{r^A}\varphi_{r^B}+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^Br^A}\right]\frac{dr_N^A}{dN^A}=0 \quad \text{(A-1b)}$$

$dr_N^A/dN^A, dr_N^B/dN^A$を求めると以下のようになる．

$$\frac{dr_N^A}{dN^A}=-\frac{1}{\Delta}\varphi_{r^A}\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v\partial N^A}\right]\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v^2}\varphi_{r^B}^2+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^Br^B}\right] \quad \text{(A-2a)}$$

$$\frac{dr_N^B}{dN^A}=\frac{1}{\Delta}\varphi_{r^A}\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v\partial N^A}\right]\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v^2}\varphi_{r^A}\varphi_{r^B}+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^Br^A}\right] \quad \text{(A-2b)}$$

ただし，

$$\Delta=\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v^2}\varphi_{r^A}^2+\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^Ar^A}\right]\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v^2}\varphi_{r^B}^2+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^Br^B}\right]-\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v^2}\varphi_{r^B}\varphi_{r^A}+\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^Ar^B}\right]\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v^2}\varphi_{r^A}\varphi_{r^B}+\frac{\partial W^B}{\partial v}\varphi_{r^Br^A}\right]$$

N^Bでについても同様に次式を得る．

$$\frac{dr_N^A}{dN^B}=\frac{1}{\Delta}\varphi_{r^B}\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v\partial N^B}\right]\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v^2}\varphi_{r^B}\varphi_{r^A}+\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^Ar^B}\right] \quad \text{(A-3a)}$$

$$\frac{dr_N^B}{dN^B}=-\frac{1}{\Delta}\varphi_{r^B}\left[\frac{\partial^2 W^B}{\partial v\partial N^B}\right]\left[\frac{\partial^2 W^A}{\partial v^2}\varphi_{r^A}^2+\frac{\partial W^A}{\partial v}\varphi_{r^Ar^A}\right] \quad \text{(A-3b)}$$

ここで，Δは均衡の安定性の条件に対応しており，均衡の安定性の仮定より，$\Delta>0$となる．したがって，(A-2a),(A-3b)式より$dr_N^A/dN^A<0, dr_N^{\mathbf{B}}/dN^B<0$を得る．一方，(A-2b),(A-3a)式の右辺の，それぞれ$\left[\left(\partial^2 W^B/\partial v^2\right)\varphi_{r^A}\varphi_{r^B}+\left(\partial W^B/\partial v\right)\varphi_{r^Br^A}\right],\left[\left(\partial^2 W^A/\partial v^2\right)\varphi_{r^B}\varphi_{r^A}+\left(\partial W^A/\partial v\right)\varphi_{r^Ar^B}\right]$の符号が$\varphi_{r^ir^j}$の符号に依存して決まる．したがって，$\varphi_{r^ir^j}<0$，あるいは$\varphi_{r^ir^j}=0$の場合には，
$\left[\left(\partial^2 W^B/\partial v^2\right)\varphi_{r^A}\varphi_{r^B}+\left(\partial W^B/\partial v\right)\varphi_{r^Br^A}\right]<0,\left[\left(\partial^2 W^A/\partial v^2\right)\varphi_{r^B}\varphi_{r^A}+\left(\partial W^A/\partial v\right)\varphi_{r^Ar^B}\right]<0$となり，(A-2b),(A-3a)式の符号は負となる．$\left(dr_N^B/dN^A<0, dr_N^A/dN^B<0\right)$．なお，$\varphi_{r^ir^j}>0$の場合には，(A-2b),(A-3a)式の符号は不定となる．

シュタッケルベルグ均衡の比較静学

(13)式に(10)式を代入して解くことにより求まるr^Lがシュタッケルベルグ均衡での先導者の最適投資水準

r_S^Lである．また，r_S^Lを(10)式に再度代入することで追随者の最適投資水準r_S^Fが与えられる．そこで，(13)式をr_S^L, N^L, N^Fで全微分し，簡略的に表記すると以下のように与えられる．

$$\frac{dNW^i}{dr^L}=\left[\frac{\partial^2 NW^i}{\partial r^2}\right]dr_S^L+\left[\frac{\partial^2 W^L}{\partial v \partial N^L}\left(\varphi_{r^L}+\varphi_{r^F}\frac{\partial R}{\partial r^L}\right)\right]dN^L+\left[\frac{\partial^2 NW^i}{\partial r^L \partial N^F}\right]dN^F \tag{B-1}$$

ここで，先導者Ｌの人口増加および追随者 F の人口増加がシュタッケルベル均衡における先導者の最適投資水準r_S^Lに与える影響をみるためナッシュ均衡と同様に全微分を行うとと，次式が得られる．

$$\left.\frac{dr_S^L}{dN^L}\right|_{dN^F=0}=-\frac{\left[\frac{\partial^2 W^L}{\partial v \partial N^L}\varphi_{r^L}+\varphi_{r^F}\frac{\partial R}{\partial r^L}\right]}{\left[\frac{\partial^2 NW^L}{\partial r^2}\right]} \tag{B-2a}$$

$$\left.\frac{dr_S^L}{dN^F}\right|_{dN^L=0}=-\left[\frac{\partial^2 NW^i}{\partial r^L \partial N^F}\right]\Big/\left[\frac{\partial^2 NW^L}{\partial r^2}\right] \tag{B-2b}$$

(B-2a),(B-2b)式の分母は，最適投資水準の選択に関する十分条件であることから負とならなければならない．(B-2a)式の分子の第一項の符号は負となり，よって(B-2a)式の分子の符号は第二項の符号に依存する．第二項の$\partial R/\partial r^L$は，同時ゲームにおける(9)式の符号判定結果から，$\varphi_{r^i r^j}<0$あるいは$\varphi_{r^i r^j}=0$の場合に$\partial R/\partial r^L=dr^F/dr^L>0$であり，$\varphi_{r^i r^j}>0$では$\partial R/\partial r^L$の符号は一意には決まらないことがわかる．よって，$\varphi_{r^F}<0$より，$\partial R/\partial r^L=dr^F/dr^L>0$の場合は，第二項は負となることになり，(B-2a)式は$dr_S^L/dN^L<0$と定まる．一方，$\varphi_{r^i r^j}>0$の場合には，(B-2a)式の符号は一意には決まらず，分子の第一項と第二項の大小関係によって，正負両方が起こりうる．なお(B-2b)式の分子は，各項の正負が複雑な可能性をとるため符号判定ができない．

第４章　アロンゾ型都市モデルにおける複占商業立地競争に関する分析

4.1　はじめに

都市の空間立地構造を分析するための基本モデルとして地域経済学では伝統的にAlonso型都市モデルが用いられてきた．しかし，Alonso 型都市モデルは都市内に財が同一価格で遍在していると仮定しており，商業立地による消費者の買物移動が都市の空間立地構造に与える影響を分析することができない．一方，地方都市では，都市の郊外化に伴う中心市街地の空洞化が問題となっている．また，近年の人口減少と高齢化や中心部の商業施設の撤退・縮小により最寄り買物先を失い，買物行動が困難な高齢者や低所得者層が増加しており，買物難民・買物弱者が特に問題となっている．Lai and Tsai（2008）は，Alonso 型都市モデルにおいて独占商店により，1 種類の財が供給される場合について分析している．しかし，この 1 商店モデルでは，商業競争が都市の空間立地構造に与える影響を分析することができない.

そこで本章では，Alonso 型都市モデルに複占商店による Hotelling 型立地価格競争モデルを組み込んだ都市経済モデルを構築し，都市内複占商業競争均衡の性質を明らかにする．また，政府が立地規制政策を行った場合の立地規制均衡の導出を行い，市場均衡と立地規制均衡との乖離について理論的に分析する．そして，非効率な立地を是正するための都市政策について考察を加える.

4.2　既往研究と本研究の位置づけ

4.2.1　都市経済モデルに関する既往研究

福山(2005)は，住民の CBD(中心業務地区)までの通勤費用と商店までの移動費用，財の価格による総費用が小さくなる場所に住宅地ができると仮定されており，郊外スーパーマーケットの立地による移動費用の変化が都市にゆがみを生じさせるとしている．また，中心市街地に商店が立地している都市に対して，ゾーニング政策を行った際の，財の価格の変化や居住者の立地分布に与える影響について分析している．それと同時に，中心市街地にコンビニエンスストアが立地した際の住民の居住に与える影響についても考察している．本研究と同様に，1 種類の居住者についての分析であるが，地代が考慮されていない.

Thisse and Wildasin(1992)は，2 つの企業競争の下で居住者の立地を決定することについて分析している．各居住者は，2 つの企業の内のどちらか 1 つと都市内に存在する公共施設に必ず訪れるという設定をおいているが，CBD が考慮されていないため居住者は通勤を行わない．本研究と同様に，地代は考慮されている.

Lai and Tsai(2008)は, Alonso 型都市モデルを用いて, 都市に独占商店が存在している下で, 1 財が供給され, 1 種類の居住者が存在する場合における地代パターンの変化について分析している．また，ゾーニング政策の効果についても分析している．しかし，この 1 商店モデルでは，商業競争が行われておらず，商業競争が都市の空間立地構造に与える影響について分析することができないモデルである．詳しくは，4.2.2 で説明する．本研究では，1 種類の居住者で 2 商店存在する場合を考えており，立地規制政策も考慮している．ここで，Alonso 型都市モデルとは，伝統的に都市の空間立地構造を分析するための基本モデルとして用いられてきたモデルである．空間立地構造とは，人（世帯），企業（事業所）等の空間的分布であり，どこに居住し，どこに働き，どこで財を生産，消費しているかを示すものである．しかし，Alonso 型都市モデルは都市内に

財が遍在していると仮定しており(AMM(0)，カッコ内のゼロは買物移動費用がゼロであることを表す)，商業立地による消費者の買物の移動が都市の空間立地構造に与える影響を分析できないモデルである．

Lai , Merriman and Tsai(2010)は，Lai and Tsai(2008)を 2 都市モデルに拡張したものであるが，1 商店モデルの分析である．

安藤(2008)は，中心市街地と郊外間の商業競争の下で，在宅高齢者と通勤労働者の 2 種類の嗜好の異なる住民が存在する都市モデルを考え，高齢者の人口規模や住替え費用の大きさ等が，立地分布や財価格などの均衡に与える影響について分析している．また，社会的最適な立地の導出を行い，非効率な立地を抑制する政策について考察している．本研究と異なり，企業の立地点が固定であり，価格競争を行っている．また，地代が考慮されていない．

藤宮(2008)は，Weber Model（工業立地モデル）と Hotelling Model（商業競争モデル）を組み込んだ都市経済モデルを構築し，輸送費用・交通費用の変化が商業施設の立地選択に与える影響について分析している．本研究と同様に商店の立地競争に着目しているが，地代を考慮しておらず，輸送費用に着目している．

表 1 は関連研究をまとめたものである．

表 1　関連研究

論文	著者/年	内容/本研究との相違点
Public Facility Location and Urban Spatial Structure Equilibrium and Welfare Analysis	Thisse and Wildasin(1992)	【内容】 線形都市，複占競争，住宅立地，公共施設立地，地代あり CBDの通勤が考慮されていない
「生鮮コンビニ」と郊外スーパーマーケットの競争が都市住宅立地に与える影響に関する分析	福山(2005)	【内容】 線形都市，複占競争下にコンビニエンスストア参入，住宅立地，ゾーニング政策，地代を考慮していない
高齢者の住替え費用を考慮した商業競争下の住宅立地分析	安藤(2008)	【内容】 線形都市，複占競争下で価格競争 2種類の居住者が存在，住替え費用 住宅立地，社会的最適立地 地代を考慮していない
輸送費用と買物費用を考慮した都市商業施設の戦略的立地に関する分析	藤宮(2008)	【内容】 線形都市，複占競争の立地競争，輸送費用，買物費用，社会的最適立地 Weber Model+Hotelling Model
Simplified Alonso -Mills-Muth model with monopoly vendor	Lai and Tsai(2008)	【内容】 線形都市，独占商店，商業立地，Alonso型都市モデル，ゾーニング政策 商業競争なし
Urban Configurations with a Monopoly Vendor and Two Cities	Lai , Merriman and Tsai(2010)	【内容】 線形都市，独占商店，商業立地 Alonso型都市モデル，ゾーニング政策 2都市モデル，商業競争無し

4.2.2　Lai and Tsai(2008)のレビュー

本研究は，Lai and Tsai(2008)を拡張して複占商業立地競争を考える．したがって，ここでは，Lai and Tsai(2008)のレビューを行う．Lai and Tsai(2008)では，Alonso 型都市モデル(AMM(0))を発展させ，都市に独占企業が存在している仮定の下で(AMM(k)モデル)，1 財が供給され，都市の空間立地構造，地代パターンの変化について分析している．

（1）Lai and Tsai(2008)の基本的設定

Lai and Tsai(2008)の基本的な仮定は以下である．

①スモールオープンな線形都市を仮定し，土地は全て不在地主が所有しているとする．

②全ての住民は CBD(中心業務地区)に通勤し，同一の収入 y を得る．また，通勤には，単位距離あたり t の通勤費用が発生する．$(t > k)$

③財価格は単純な価格の上下により決定されるものとし，商店は差別的な値付けを行わないとする．そのため，全ての住民は同一の財価格 p に直面する．

④全ての住民は必ず一回買物をしに商店に行くとし，財需要は価格に関わらず 1 とする．その際，単位距離あたり k の買物費用が発生する．$(k < t)$

⑤都市の中心(CBD)の位置を 0 とし，都市境界の右端を $\bar{x}^R$，左端を $\bar{x}^L$ とする．

⑥住民は都市内に均一に居住しており，単位土地当たり 1 人住民が居住しているとする．そのため，都市内の総人口 N は $\bar{x}^R - \bar{x}^L$ で表される．

⑦全ての住民は財と土地を消費することで効用を得るとする．ただし，都市の住民の効用水準は外生的に与えられ，財と土地の消費量は全ての住民で同一となる．

⑧独占企業は都市の右側 $\left(z \in \left[0, \bar{x}^R\right]\right)$ に立地し，その立地地点を z とする．

独占商店の付け値曲線は以下の図 1 のように表される．

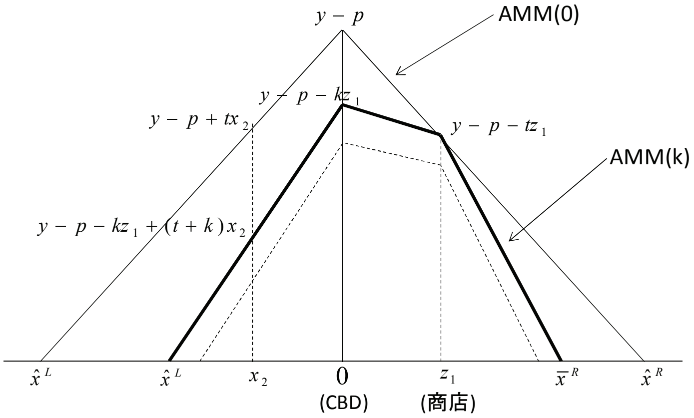

図 1　独占商店の付け値曲線

（2）均衡モデル

はじめに，政府がゾーニングを行わない状態での独占商店の均衡立地地点，均衡価格，均衡都市サイズ，均衡利潤，また，均衡立地時の総地代等の導出を行う．

都市境界の地代はゼロでなければならないので，以下の式が与えられる．

$$y - p - t\bar{x}^R - k\left(\bar{x}^R - z\right) = 0 \iff \bar{x}^R = \frac{y - p + kz}{t + k} \tag{2-1}$$

$$y - p - kz + \left(t + k\right)\bar{x}^L = 0 \iff \bar{x}^L = \frac{-\left(y - p - kz\right)}{t + k} \tag{2-2}$$

(2-1)，(2-2)式より，都市サイズ N は以下のように与えられる．

$$N\left(=\bar{x}^{R}-\bar{x}^{L}\right)=\frac{2(y-p)}{t+k} \tag{2-3}$$

独占商店の利潤関数は以下のように与えられる．

$$\pi=p\left(\frac{2(y-p)}{t+k}\right)-(y-p-tz) \tag{2-4}$$

独占商店の利潤最大化問題は以下のように与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{p,z}\ \ \pi=p\left(\frac{2(y-p)}{t+k}\right)-(y-p-tz)\\&s.t.\ \ \ y-p-tz\geq 0\end{aligned} \tag{2-5}$$

(2-5)式を解くことにより，商店の均衡立地地点 z^{*}，均衡価格 p^{*} が得られる．

$$z^{*}=\frac{y}{2t}\ \ \ ,\ p^{*}=\frac{y}{2} \tag{2-6}$$

(2-6)式を(2-4)式に代入することにより，均衡利潤が以下のよう導出される．

$$\pi^{*}=\frac{y^{2}}{2(t+k)} \tag{2-7}$$

(2-6)式を(2-1)，(2-2)，(2-3)式に代入することにより，それぞれ，均衡での都市境界 $\bar{x}^{R*},\bar{x}^{L*}$，均衡での都市サイズ $N^{*}\left(=\bar{x}^{R*}-\bar{x}^{L*}\right)$ が以下のように導出される．

$$\bar{x}^{R*}=\frac{y}{2t}\ \ \ ,\ \bar{x}^{L*}=\frac{-y(t-k)}{2t(t+k)} \tag{2-8}$$

$$N^{*}\left(=\bar{x}^{R*}-\bar{x}^{L*}\right)=\frac{y}{t+k} \tag{2-9}$$

都市内の総地代(TLR:Total land rent)は，次のように与えられる．

$$\begin{aligned}TLR=&\int_{0}^{z}\{y-p-tm-k(z-m)\}\,dm+\int_{z}^{\bar{x}^{R}}\{y-p-tm-k(m-z)\}\,dm\\&+\int_{\bar{x}^{L}}^{0}\{y-p+(t+k)m-kz\}\,dx\end{aligned} \tag{2-10}$$

(2-6)式を(2-10)式に代入することにより，均衡での総地代 TLR^* が以下のように導出される．

$$TLR^* = \frac{y^2(t-k)}{4t(t+k)} \tag{2-11}$$

均衡での地代形状は以下の図 2 で表され，均衡での都市は非対称形である．

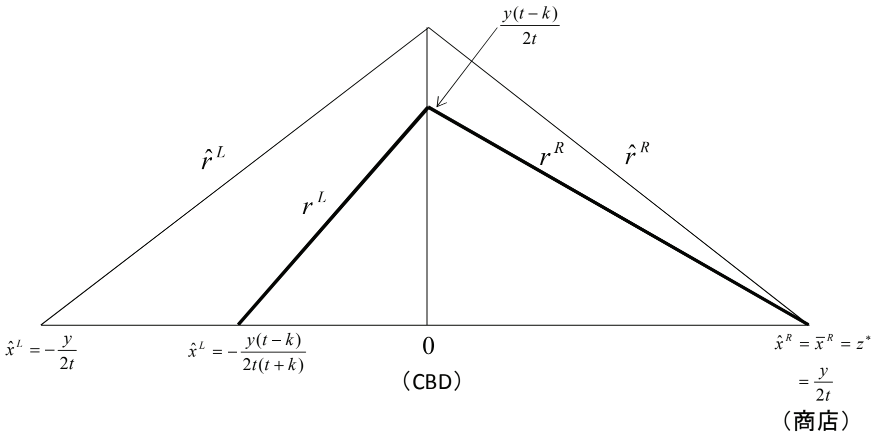

図 2　均衡での地代パターン

以上のことから，以下の命題が導き出される．

命題 1．AMM(k)モデルにおいて独占商店は都市境界に立地し，地代ゼロを払う．(Lai and Tsai(2008))

（3）規制モデル

政府が立地規制を行う場合を考える．政府がゾーニングを行い（政府が地主となり，土地を管理し，都市内の総地代収入 TLR を最大にするという仮定の下），独占商店の立地点を与え，そのときの立地規制均衡立地，立地規制均衡価格，立地規制利潤，立地規制均衡の下での総地代の導出を行う．規制モデルでは，2 段階ゲームの逐次ゲームを想定し，政府が第 1 段階において商店の立地点 z_g を設定し，その後 p_g が決定される場合を考える．なお，後向き帰納法により導出を行う．第 2 段階の価格を決定する際には，均衡モデルの(2-1), (2-2)，(2-3)式を用い，独占商店の利潤関数は以下のように与えられる．

$$\pi_g = p_g\left(\frac{2(y-p_g)}{t+k}\right) - (y - p_g - tz_g) \tag{2-12}$$

独占商店の利潤最大化問題は以下のように与えられる．

$$\max_{p_g} \ \pi_g = p_g\left(\frac{2(y-p_g)}{t+k}\right) - (y - p_g - tz_g) \tag{2-13}$$

1 階条件は以下のように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_g}{\partial p_g} = \frac{2\left(y-2p_g\right)}{t+k} + 1 = 0 \tag{2-14}$$

以上より，第 2 段階の均衡価格 p_g^* は以下のように導出される．

$$p_g^* = \frac{1}{4}\left(2y+t+k\right) \tag{2-15}$$

第 2 段階の均衡価格 p_g^* は(2-15)式を見てわかるように， z_g から独立している．第 1 段階においては，政府が都市内の総地代(TLR)を最大にする．したがって，以下を得ることができる．

$$\begin{aligned} TLR_g\left(z_g\right) &= \int_0^{z_g} \{y - p_g - tm - k(z_g - m)\}\, dm + \int_{z_g}^{\bar{x}^R} \{y - p_g - tm - k(m - z_g)\}\, dm \\ &\quad + \int_{\bar{x}^L}^{0} \{y - p_g + \left(t+k\right)m - kz_g\}\, dx \\ &= \frac{-4yt - 4yk + k^2 + 4y^2 + t^2 + 2tk - 16 z_g^2 tk}{16\left(t+k\right)} \end{aligned} \tag{2-16}$$

$$\frac{\partial TLR_g\left(z_g\right)}{\partial z_g} = -2\frac{z_g tk}{t+k} < 0 \tag{2-17}$$

以上から，最適規制は $z_g^* = 0$ でなければならない，そして，総地代収入 TLR_g^* は以下のようになる．

$$TLR_g^* = \frac{\left(2y-t-k\right)^2}{16\left(t+k\right)} \tag{2-18}$$

(2-18)式と(2-11)式を比較して，差をとると，

$$TLR_g^* - TLR^* = \frac{ky^2}{4t\left(t+k\right)} + \frac{t+k}{16} - \frac{y}{4}\begin{pmatrix} \geq \\ < \end{pmatrix} 0 \quad if \quad y \begin{pmatrix} \geq \\ < \end{pmatrix} \tilde{y}, \forall y > \frac{t}{2} + \frac{k}{2} \tag{2-19}$$

ここで， $\tilde{y} = \left(2t + 2\sqrt{t^2 - tk}\right)\left(t+k\right)\Big/\left(4k\right)$ で条件を満たし， $\breve{y} = \left(2t - 2\sqrt{t^2 - tk}\right)\left(t+k\right)\Big/\left(4k\right)$ で条件を満たさない点である．なお，規制モデルの均衡都市が構築されるためには，地代を払うことを保証するための所得である可処分所得が正数でなければならない．すなわち，(2-15)式を用いて， $y - p_g^* > 0$ を解くことにより，次のように与えられる．

$$y - p_g^* = y - \frac{1}{4}(2y+t+k) > 0 \quad \Leftrightarrow \quad y > 0 \tag{2-20}$$

また，均衡モデル可処分所得の条件は，(2-6)式を用いて $y - p^* > 0$ を解くことにより，次のように与えられる．

$$y - p^* = y - \frac{y}{2} = \frac{y}{2} > 0 \quad \Leftrightarrow \quad y > 0 \tag{2-21}$$

均衡モデルは任意の正 $y - p^* > 0$ を解くことにより，次のように与えられる．

$$y - p^* = y - \frac{y}{2} = \frac{y}{2} > 0 \quad \Leftrightarrow \quad y > 0 \tag{2-21}$$

均衡モデルは任意の正の所得 $(y > 0)$ で均衡都市が構築される．しかし，規制モデルは可処分所得の条件より，$y \leq t/2 + k/2$ の時は均衡都市は成立しない．以上のことから，以下の命題 2 が導きだされる．

命題 2． $y > \tilde{y}$ のとき，地代を最大にしている政府は商店の立地点を CBD に規制する．
　　　　$y \leq \tilde{y}$ のとき，政府はいかなる規制もしない(Lai and Tsai(2008)).

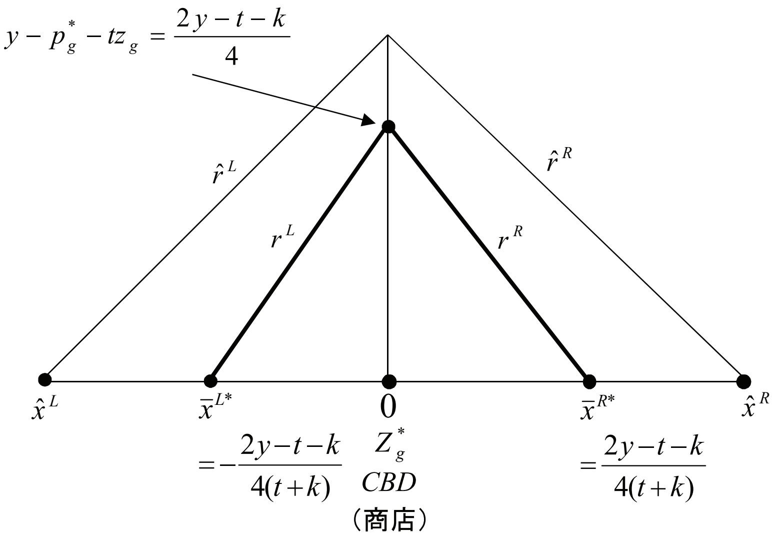

図 3　最適規制の下での地代パターン($y > \tilde{y}$ のとき)

最後に，均衡モデルと規制モデルともに均衡都市が構築されるための可処分所得の条件が $y > t/2 + k/2$ の時に，都市サイズ，価格，利潤を比較したものが表 2 である．

表 2　均衡モデルと規制モデルの比較($y > t/2 + k/2$の場合)

	均衡モデル		規制モデル
都市サイズ N	N^*	$>$	N_g^*
価格 p	p^*	$<$	p_g^*
利潤 π	π^*	$>$	π_g^*

（4）Lai and Tsai(2008)の結果まとめ

1. 商店の市場均衡立地は都市境界の 1 つに立地することである．
2. 地代パターンは AMM(0)では，CBD に対称であるのに対し，AMM(k)では，非対称な地代形状である．
3. AMM(k)モデルのような都市境界立地は，近年のショッピングセンターの郊外立地に当てはまる．
4. $y > \tilde{y}$のとき，地代を最大にしている政府は商店の立地点を CBD に規制する．
5. $y \le \tilde{y}$のとき，政府はいかなる規制もしない．
6. 商店の立地に規制がかかると図 3 のように地代曲線は対称形である．

4.2.3　本研究の位置づけ

本研究は，中心商店街の空洞化に伴い，最寄り商店への近接性の低下により増加している買物難民・買物弱者を考える上で，商業施設の立地選択に焦点を置く．前節で述べた Lai and Tsai(2008)は，1 商店モデルであり，商業競争が都市の空間立地構造に与える影響を分析することができていない．この 1 商店モデルでは，商店の立地点は都市境界となり，政府による商店への最適な立地規制は CBD となる．そこで、本研究では，複占商業競争を扱い，1 商店モデルの分析結果が普遍的な分析結果なのか，複占競争の時にもこのような分析結果が得られるのかを明らかにし，商業競争の際の商業立地がどのような市場メカニズムで発生しているのかを分析する．具体的には，Alonso 型都市モデルに複占商店による Hotelling 型立地価格競争モデルを組み込んだ都市経済モデルを構築し，市場均衡の性質について明らかにする．さらに，立地規制政策をおこなった場合の立地規制均衡と市場均衡との間に生じる乖離について分析し，非効率な立地を是正するための都市政策について考察することを目的とする．

4.3　基本モデルの設定

4.3.1　概説

現実の経済は多くの要素が複雑に絡み合っており，これを理解できるレベルまで単純化したものが，数理経済モデルである．経済モデルでは，多くの要素の中から本質的に重要な事柄を選別し，経済現象を理解するための基本的な骨組みを与えている．したがって，ある政策が都市経済にどういう影響を与えるかを分析できる．本研究で用いる都市経済モデルは，多くの都市研究で用いられている．現代都市経済学は，Alonso（1964）に始まり，Muth（1969）や Mills（1967）などによって発展してきた．そのため，都市の空間立地構造を分析するための基本モデルとして伝統的に Alonso，Mills，Muth によって開発された Alonso 型都市モデ

ルが用いられてきた．しかし，Alonso 型都市モデルは，都市内に財が同一価格で遍在していると仮定しており，商業立地による消費者の買物による移動が都市の空間立地構造に与える影響を分析することができない．そこで，Lai and Tsai（2008）は，Alonso 型都市モデルを用いて都市に独占的な商店が存在している仮定の下で，1 種類の財が供給され，1 種類の居住者が存在する場合における都市の空間立地構造，地代パターンの変化について分析している．また，立地規制・ゾーニング政策の効果についても分析している．しかし，独占的な商店が存在しているときのみの分析であり，この 1 商店モデルでは，本研究のように複数の商店が存在する場合を考慮できておらず，商業競争が都市の空間立地構造に与える影響を分析することができない．本研究では，Alonso 型都市モデルに複占企業（商店）による Hotelling 型立地価格競争モデルを組み込んだ都市経済モデルを構築し，分析を行う．本節では，本研究で構築するモデルの複占企業（商店）による空間的競争を考えるために必要な基本的設定，特に，分析を行う上での都市構造，家計，商店についての様々な仮定について述べる．

4.3.2　都市構造について

本研究では，単一中心都市を考え，中心業務地区（Central Business District：以下，CBD と記述）を座標 0 とし，都市の右側を正，都市の左側を負とする．都市外に対しての人口移動に関して線形開放都市を考える．そして，CBD は面積を持たない点である．また，開放都市の仮定を置き，他地域との間の人口の移動が完全に自由とする．このとき，都市の住民の効用水準は（他地域の住民の効用水準に等しくなるため）外生的に与えられ，都市内で均衡として決定されるのは，その都市の住居人口となる．座標$\bar{x}^R\left(\bar{x}^R > 0\right)$はこの均衡人口時の都市の右側の境界であり，座標は$\bar{x}^L\left(\bar{x}^L < 0\right)$この均衡人口時の都市の左側の境界である．線形都市上に住民が一様に分布しており，$\bar{x}^R - \bar{x}^L$は都市内の総人口，および，都市サイズNを表している．土地は全て不在地主が所有しているとし，付け値の理論に従い，土地供給者は，最も高い付け値を提示した家計，または，商店に土地を供給している．

4.3.3　家計について

都市では，単純化のため，全ての住民のロットサイズ（単位土地当たりの空間密度）は 1 と仮定する．全ての住民N人は，CBD に必ず通勤し，同一の収入yを得る．また，同一の嗜好（同じ効用関数）をもつ，すなわち，都市住民は全て同質であるとする．CBD から距離xに住んでいる住民は，単位距離当たりtの通勤費用が発生するため，txの線形通勤費用を支払わなければならない．この都市には，1 種類の同質な財が存在し，全ての住民は，商店からのみこの財を購入することができる．全ての住民は必ず一回買物をするために商店に行くとする．財需要は価格に対して非弾力的であり，価格に関わらずその需要は 1 とする．CBD から距離xに立地する住民の買物に行くために発生する移動費用は，図 4 にあるように，$k \cdot |z_i - x|\left(i = 1,2\right)$の線形買物移動費用として表す．ここで，$k$は単位距離当たりの移動費用（単位買物移動費用）である．全ての住民は，財の販売価格（以下，mill 価格）に商店までの移動費用を加えた価格（c.i.f.価格）が最も小さい商店で財を購入する．各家計は商店から供給される財と土地を消費することで効用を最大にするものとする．また，$t > k$を仮定する．これは，ある一定期間において通勤頻度の方が買物頻度より多いと考えられることなどを表す．

4.3.4　商店について

都市には，同質な財を供給する 2 商店が存在し，それぞれ，商店 1，商店 2 と呼ぶ．簡略化のため，都市内の 2 商店は，生産費用（固定費用および限界費用）をゼロで財を供給すると仮定する．また，都市内の 2

商店の立地点を $z_i(i=1,2)$ とし，必ず都市内（$z_i \in \overline{x}^L, \overline{x}^R (i=1,2)$）に立地する．さらに，一般性を失うことなく，商店 1 は都市の右側（$z_1 \geq 0$）に立地し，商店 2 は都市の左側（$z_2 \leq 0$）に立地するとする．商店間で行われる複占的な競争を Hotelling 型の 2 段階空間競争モデルの枠組で考えた場合, 第 1 段階において立地競争, 第 2 段階において価格競争の非協力 2 段階ゲームを行うことになる．第 2 段階の価格競争において，各商店が操作可能な変数は，財の mill 価格 $p_i(i=1,2)$ である．2 商店は，各々の立地点 $z_i(i=1,2)$ で土地 1 単位を賃貸し，線形都市上に一様に分布している潜在的顧客の獲得を目指して各々の利潤を最大にするように mill 価格 $p_i(i=1,2)$ を設定する．均衡の概念としては部分ゲーム完全均衡となる．つまり，第 1 段階の立地競争においては，第 2 段階で決まるであろう均衡価格を前提として，各商店が相手商店の立地を所与に自己の利潤を最大化するように立地を決定する．

4.3.5　都市構造を表現する図について

図 4 は本研究で用いられる都市構造を表したものである. 横軸は都市の大きさを表しており, 座標 0 は CBD を表し，座標 $\overline{x}^R, \overline{x}^L$ はそれぞれ都市の左端と右端を表している．縦軸は，商店が供給する財価格と移動費用を合計した総費用である「財購入費用」を表しており，各立地点に居住する住民が財を購入する際に直面する費用を表している．座標 $\hat{x}$ は，住民が商店 1 の財購入費用と商店 2 の財購入費用が等しくなる地点を示しており，どちらの商店から財を買っても財購入費用が無差別となる都市内の住民の立地点を表している．全ての住民の同一の収入 y は，図 4 の一番上の破線で表している．単位買物費用 k は単位通勤費用 t よりも高いことを仮定し $(t>k)$，これは，図 4 で単位通勤費用の傾きほうが急であることにより表現されている．

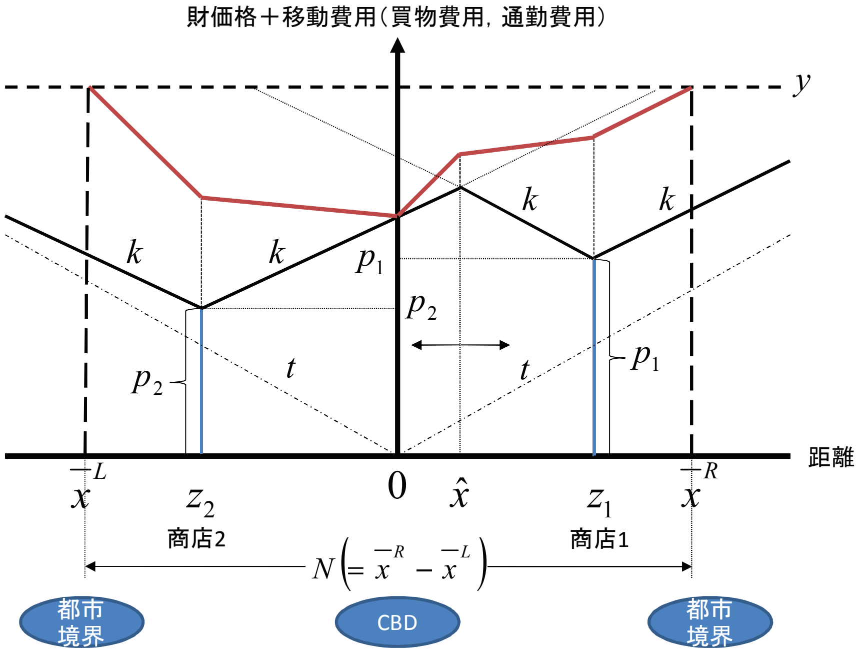

図 4　一般的な都市構造

4.3.6　付け値曲線について

図 4 は複占商店における付け値曲線を表したものである．ここでは，商店 1 と商店 2 がそれぞれ，$z_1\left(0 \le z_1 \le \bar{x}^R\right)$，$z_2\left(\bar{x}^L \le z_2 \le 0\right)$に立地した下で，mill 価格 $p_i(i=1,2:p_1>p_2)$を設定すると仮定する．また，ここでの市場分割点 $\hat{x}$ は，一般性を失うことなく．$\hat{x}\ge 0$ と仮定する．均衡において都市内では同質な家計は全てその効用は等しくなり，この効用を達成するという条件の下で，家計が最大限支払える地代は家計の付け値と呼ばれる．しかし，全ての住民の財需要と土地需要は非弾力的に 1 であり，効用水準は財需要と土地需要ともに一定量になることより，固定される．したがって，本研究では，従来の開放都市の仮定の外生的な効用水準 $\bar{u}$ は必要ない．また，左側，右側のそれぞれの都市境界 $\bar{x}^R, \bar{x}^L$ の付け値は農業地代と等しい値にならなければならない．農業地代をゼロとおけば，都市境界の付け値はゼロであると仮定される．

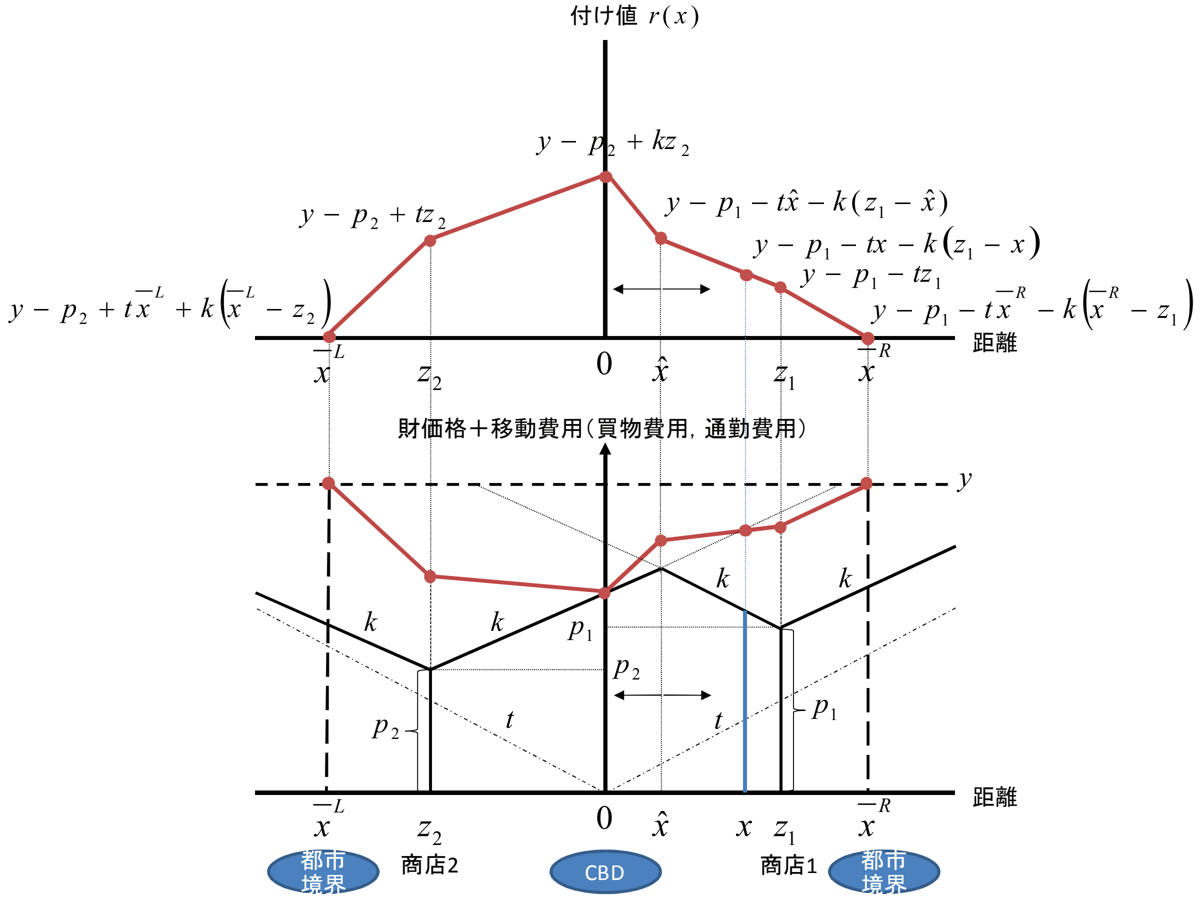

図 5　複占商店の付け値曲線

4.4　商店間の複占競争における市場均衡分析

4.4.1　概説

本章では，まず，4.3 節で述べた家計・商店の行動等の基本的設定を踏まえて，基本モデルの構築と市場競争による市場均衡の導出を行う．市場均衡分析において 2 商店の商店間で行われる複占競争は第 1 段階で立地競争，第 2 段階で価格競争の非協力 2 段階ゲームで分析を行う．均衡の概念としては，部分ゲーム完全均衡を考え，第 2 段階で決まるであろう均衡価格を前提として，第 1 段階においては，各商店が相手の立地を所与に自己の利潤を最大化するように立地を決定する．すなわち，後向き帰納法により分析を行う．4.4.3 項では，商店が支払う地代が完全に補助される場合についての市場均衡分析を行い，基本モデルにおいての商店の立地均衡に地代支払いが与える影響について考察する．具体的には，基本モデルと商店の地代支払いが

ない場合の都市サイズ，利潤，価格，総地代収入，総移動費用について比較する．最後に，4.4.4 項で，本節の結論を簡単にまとめる．

4.4.2　基本モデルの構築

消費者がどちらの商店から財を購入しても「財購入費用」が無差別である立地点 $\hat{x}\left(z_1>\hat{x}>z_2\right)$ は．消費者の線形買物費用を $k\cdot\left|z_i-x\right|\left(i=1,2\right)$ とすると，以下の式で与えられる．

$$p_1+k\left(z_1-\hat{x}\right)=p_2+k\left(\hat{x}-z_2\right) \qquad (4\text{-}1)$$

(4-1)式を $\hat{x}$ について整理すると，以下となる．

$$\hat{x}=\frac{p_1-p_2+k\left(z_1+z_2\right)}{2k} \qquad (4\text{-}2)$$

農業地代をゼロと仮定すれば，都市境界 $\bar{x}^R,\bar{x}^L$ では以下の式が成立する．

$$y-p_1-t\bar{x}^R-k\left(\bar{x}^R-z_1\right)=0,\ y-p_2+t\bar{x}^L-k\left(z_2-\bar{x}^L\right)=0 \qquad (4\text{-}3)$$

(4-3)式を $\bar{x}^R,\bar{x}^L$ について整理すると，以下となる．

$$\bar{x}^R=\frac{y-p_1+kz_1}{t+k},\ \bar{x}^L=\frac{-\left(y-p_2-kz_2\right)}{t+k} \qquad (4\text{-}4)$$

(4-4)式より，都市サイズ $N(=\bar{x}^R-\bar{x}^L)$ は以下のように表され，一人当たりのロットサイズは 1 のため，都市には $N(=\bar{x}^R-\bar{x}^L)$ 人の人々が居住していることになる．

$$N\left(=\bar{x}^R-\bar{x}^L\right)=\frac{2y-p_1-p_2+k\left(z_1-z_2\right)}{t+k} \qquad (4\text{-}5)$$

市場分割点 $\hat{x}$ よりも右側に居住する消費者は，商店 1 から財を購入し，立地点 $\hat{x}$ よりも左側に居住する消費者は，商店 2 から財を購入する．すなわち，商店 1 のシェアは $\bar{x}^R-\hat{x}$，商店 2 のシェアは $\hat{x}-\bar{x}^L$ で表され，以下のように与えられる．

$$\bar{x}^R-\hat{x}=\frac{2ky-3kp_1+k^2z_1-t(p_1-p_2)-tk(z_1+z_2)+k(p_2-kz_2)}{2k(t+k)} \qquad (4\text{-}6)$$

$$\hat{x}-\bar{x}^L=\frac{2ky-3kp_2+k^2(z_1-z_2)+t(p_1-p_2)+tk(z_1+z_2)+kp_1}{2k(t+k)} \qquad (4\text{-}7)$$

このとき，商店 1 および商店 2 の価格競争の利潤関数は以下のように与えられる．

商店 1 の価格競争における利潤関数：

$$\pi_1(p_1,p_2;z_1,z_2)=\begin{cases} p_1\cdot(\overline{x}^R-\hat{x})-(y-p_1-tz_1) & |p_1-p_2|\le k(z_2-z_1)\text{の場合} \quad (4\text{-}8) \\ p_1\cdot N(=\overline{x}^R-\overline{x}^L)-(y-p_1-tz_1) & p_1<p_2+k(z_2-z_1)\text{の場合} \quad (4\text{-}9) \\ 0 & p_1>p_2+k(z_2-z_1)\text{の場合} \quad (4\text{-}10) \end{cases}$$

商店 2 の価格競争における利潤関数：

$$\pi_2(p_1,p_2;z_1,z_2)=\begin{cases} p_2\cdot(\hat{x}-\overline{x}^L)-(y-p_2+tz_2) & |p_1-p_2|\le k(z_2-z_1)\text{の場合} \quad (4\text{-}11) \\ p_2\cdot N(=\overline{x}^R-\overline{x}^L)-(y-p_2+tz_2) & p_2<p_1+k(z_2-z_1)\text{の場合} \quad (4\text{-}12) \\ 0 & p_2>p_1+k(z_2-z_1)\text{の場合} \quad (4\text{-}13) \end{cases}$$

（1）市場均衡分析

各商店は利潤を最大にする価格，立地を決めるに当たり，場合によっては相手商店のシェアを全て奪い去る戦略（以下，Under-Cutting 戦略）が最適となる場合がある．これは，相手商店の価格が高い場合に，相手商店と似たような価格設定でシェアを分け合うよりも，全住民にとって低価格となるほど極端に低い価格を設定する戦略（Under-Cutting 戦略）である．このような Under-Cutting 戦略の存在により，利潤関数は価格に関して非単峰型となる．Under-Cutting 戦略が行われるとき，各商店の価格は周期的（cyclic）になり，均衡が存在しない．このような状況が生じるのは，両商店の立地が十分に近いときである．しかし，本研究では，簡略化のため，Under-Cutting 戦略を両商店の戦略として考慮せず，商店の費用は地代のみとし，市場分割点 $\hat{x}\left(z_1>\hat{x}>z_2\right)$が必ず存在する場合について分析を行う．Under-Cutting を排除することの正当性は，混合戦略を考え，Under-Cutting 戦略のその期待利潤が非 Under-Cutting 戦略の均衡での期待利潤より小さいことを示すことである．本研究では，これは今後の課題とする．

2 段階ゲームの逐次競争では，競争に順番を与えることで競争を限定する．これは，立地変数に比べて価格変数は変動が起こることにより，まず，1 段階目の立地競争における立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に，2 段階目の均衡価格が 1 段階目の均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後向き帰納法（Backward Induction）の考え方を用いる．

（2）第 2 段階価格競争

第 1 段階の立地競争の後に第 2 段階の価格競争が起こるという逐次競争を想定し，はじめに，1 段階目の変数である立地を所与とした時の 2 段階目の価格競争の均衡価格を考える．両商店の立地点を所与（$z_1\ge 0, z_2\le 0$）とし，市場分割点 $\hat{x}$ が商店間$\left(z_1>\hat{x}>z_2\right)$に存在する場合の各商店の価格競争の利潤関数は(4-8), (4-11)式より以下のように与えられる．

$$\pi_1(p_1,p_2;z_1,z_2)=p_1\cdot\left(\overline{x}^R-\hat{x}\right)-\left(y-p_1-tz_1\right)$$

$$=\frac{p_1(-p_1+p_2)t+k^2\{-2(y-tz_1)+p_1(2+z_1-z_2)\}+k\left[-3p_1^2+2t(-y+tz_1)+p_1\{p_2+2y-t(-2+z_1+z_2)\}\right]}{2k(t+k)}$$

(4-14)

$$\pi_2(p_1,p_2;z_1,z_2)=p_2\cdot\left(\hat{x}-\overline{x}^L\right)-\left(y-p_2+tz_2\right)$$

$$=\frac{p_2(-p_1+p_2)t+k^2\{-2(y+tz_2)+p_2(2+z_1-z_2)\}+k\left[-3p_2^2-2t(y+tz_2)+p_2\{p_1+2y+t(2+z_1+z_2)\}\right]}{2k(t+k)}$$

(4-15)

両商店の立地点を所与（$z_1\geq 0, z_2\leq 0$）とし，第 2 段階の価格をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店の利潤最大化問題は(4-16)式で与えられる．

$$\max_{p_i}\ p_i\cdot\left(\left|\overline{x}^k-\hat{x}\right|\right)-\left(y-p_i-t|z_i|\right)\ \ (i=1,2;k=R,L)$$
$$s.t.\ \ p_i\geq 0, 0\leq z_1\leq \overline{x}^R, \overline{x}^L\leq z_2\leq 0$$

(4-16)

(4-16)式より，1 階および 2 階微分は，次のように与えられる．

$$\frac{\partial\pi_1}{\partial p_1}=\frac{(-2p_1+p_2)t+k^2(2+z_1-z_2)+k(-6p_1+p_2+2t+2y-tz_1-tz_2)}{2k(t+k)}$$ (4-17)

$$\frac{\partial\pi_1}{\partial p_2}=\frac{p_1}{2k}>0$$ (4-18)

$$\frac{\partial^2\pi_1}{\partial p_1^2}=\frac{-2t-6k}{2k(t+k)}=\frac{-(t+3k)}{k(t+k)}<0$$ (4-19)

$$\frac{\partial\pi_2}{\partial p_2}=\frac{(p_1-2p_2)t+k^2(2+z_1-z_2)+k(p_1-6p_2+2t+2y+tz_1+tz_2)}{2k(t+k)}$$ (4-20)

$$\frac{\partial\pi_2}{\partial p_1}=\frac{p_2}{2k}>0$$ (4-21)

$$\frac{\partial^2\pi_2}{\partial p_2^2}=\frac{-2t-6k}{2k(t+k)}=\frac{-(t+3k)}{k(t+k)}<0$$ (4-22)

(4-17)，(4-18)，(4-20)，(4-22)式より，各商店の財の価格を変化させせることによって，各商店の利潤$\pi_i(i=1,2)$の最大化問題について考える．なお，(4-19)，(4-21)式は，相手商店の価格が上昇すると，自商店の利潤が増加することを示している$\left(\partial\pi_1/\partial p_2>0, \partial\pi_2/\partial p_1>0\right)$．また，(4-19)，(4-22)式より 2 階微分は$\partial^2\pi_i/\partial p_i^2<0(i=1,2)$であり, 両商店にとって利潤を最大化する価格は, 一時的に相手商店の価格を固定して考えれば, (4-14), (4-15)式がそれぞれ自商店価格の 2 次関数となることからその頂点として与えられる．したがって，この場合の極

大値は，$\partial\pi_i/\partial p_i = 0\left(i=1,2\right)$を解くことで，商店$i\left(i=1,2\right)$の利潤は最大となる．(4-17)，(4-20)式より，各商店の最適反応関数が導出される．

$$\begin{cases} \dfrac{\partial\pi_1}{\partial p_1} = \dfrac{(-2p_1+p_2)t+k^2(2+z_1-z_2)+k(-6p_1+p_2+2t+2y-tz_1-tz_2)}{2k(t+k)} = 0 & \text{(4-23)} \\ \dfrac{\partial\pi_2}{\partial p_2} = \dfrac{(p_1-2p_2)t+k^2(2+z_1-z_2)+k(p_1-6p_2+2t+2y+tz_1+tz_2)}{2k(t+k)} = 0 & \text{(4-24)} \end{cases}$$

$$p_1^{best}\left(p_2;z_1,z_2\right) = \frac{p_2t+k^2(2+z_1-z_2)+k(p_2+2t+2y-tz_1-tz_2)}{2(t+3k)} \quad \text{(4-25)}$$

$$p_2^{best}\left(p_1;z_1,z_2\right) = \frac{p_1t+k^2(2+z_1-z_2)+k(p_1+2t+2y+tz_1+tz_2)}{2(t+3k)} \quad \text{(4-26)}$$

式を見て分かるように，商店 1(商店 2)の最適な価格$p_1^{best}\left(p_2^{best}\right)$(最適反応価格)は，商店 2(商店 1)の価格$p_2\left(p_1\right)$に対して，傾き$\left(t+k\right)/2\left(t+3k\right)$の一次関数となることがわかる．

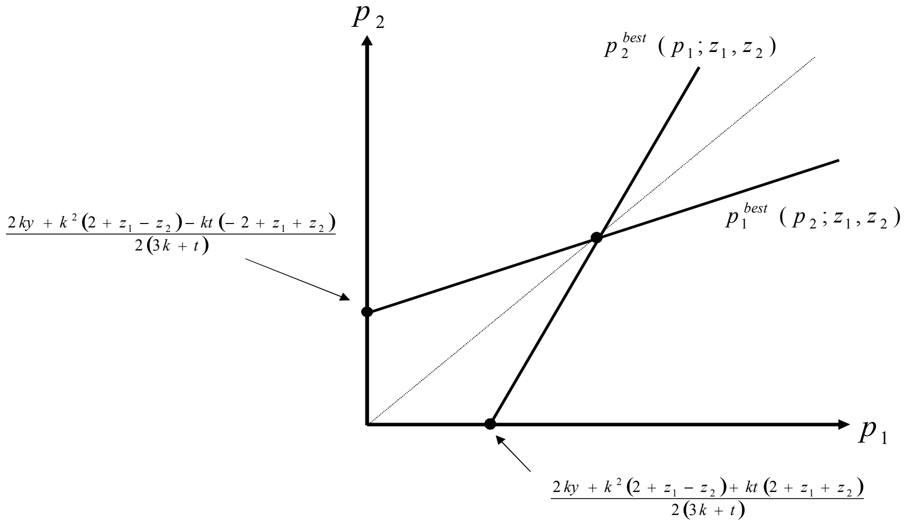

図 6　最適反応価格

以上より，両商店の価格が均衡する場合の第 2 段階の均衡価格は，両商店の最適反応価格の交点となる（図 6 参照）．地点z_1,z_2に立地する各商店の利潤を最大にする第 2 段階の均衡価格$p_i^*\left(i=1,2\right)$は，(4-25)，(4-26)式を連立させて，以下のように得られる．

$$p_1^*\left(z_1,z_2\right) = \frac{k\{7k^2(2+z_1-z_2)-t(-6y+t(-6+z_1+z_2))-2k(-7y+t(-10+z_1+4z_2))\}}{(5k+t)(7k+3k)} \quad \text{(4-27)}$$

$$p_2^*\left(z_1,z_2\right) = \frac{k\{7k^2(2+z_1-z_2)+t(6y+t(6+z_1+z_2))+2k(7y+t(10+4z_1+z_2))\}}{(5k+t)(7k+3k)} \quad \text{(4-28)}$$

また，第 2 段階の均衡価格 $p_i^*\left(i=1,2\right)$を(4-2)式に代入することにより，第 2 段階の均衡価格の下での市場分割点 $\hat{x}^*$を以下のように導出することができる．

$$\hat{x}^*(z_1,z_2)=\frac{(7k+t)(z_1+z_2)}{14k+6t} \tag{4-29}$$

第 2 段階の均衡価格 $p_i^*\left(i=1,2\right)$を(4-4)式に代入することにより，第 2 段階の均衡価格の下での都市境界 $\overline{x}^{R*},\overline{x}^{L*}$を以下のように導出することができる．

$$\overline{x}^{R*}(z_1,z_2)=\frac{3t^2y+7k^3(-2+4z_1+z_2)+kt\{16y+t(-6+4z_1+z_2)\}+k^2\{21y+4t(-5+6z_1+2z_2)\}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} \tag{4-30}$$

$$\overline{x}^{L*}(z_1,z_2)=\frac{-3t^2y+7k^3(2+z_1+4z_2)+kt\{-16y+t(6+z_1+4z_2)\}+k^2\{-21y+4t(5+2z_1+6z_2)\}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} \tag{4-31}$$

したがって，都市サイズ・総人口 N^*は次のように導出できる．

$$N^*(z_1,z_2)=\frac{2ty+k\{6y+t(-4+z_1-z_2)\}+k^2(-4+3z_1-3z_2)}{(k+t)(5k+t)} \tag{4-32}$$

第 2 段階の均衡価格 $p_i^*\left(i=1,2\right)$を(4-14)，(4-15)式に代入することにより，第 2 段階の均衡利潤 $\pi_i^*\left(i=1,2\right)$を以下のように導出することができる．

$$\pi_1^*(z_1,z_2)=\frac{\left[\begin{array}{l}18t^5(-y+tz_1)+147k^6(2+z_1-z_2)^2-7k^5\{14y(13-6z_1+6z_2)+t(-268\\-474z_1+5z_1^2+244z_2+50z_1z_2-55z_2^2)\}+k^2t^2\{276y^2-4ty(257+22z_1\\+40z_2)+t^2(348+1552z_1+7z_1^2-172z_2+26z_1z_2+19z_2^2)\}+2k^3t\{350y^2\\-2ty(629+32z_1+170z_2)+t^2(644+2126z_1+z_1^2-420z_2+46z_1z_2+63z_2^2)\}\\+2k^4\{294y^2+7ty(-211+20z_1-80z_2)+t^2(1132+2841z_1-29z_1^2-900z_2\\+6z_1z_2+173z_2^2)\}+kt^3[36y^2-6ty(35+2z_1+2z_2)+t^2\{z_1^2+(-6+z_2)^2\\+2z_1(135+z_2)\}]\end{array}\right]}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-33}$$

$$\pi_2^*(z_1,z_2)=\frac{\left[\begin{array}{l}-18t^5(y+tz_2)+147k^6(2+z_1-z_2)^2+7k^5\{14y(-13+6z_1-6z_2)+t(268\\-474z_2-5z_2^2+244z_1-50z_1z_2+55z_1^2)\}+k^2t^2\{276y^2+4ty(-257+22z_2\\+40z_1)+t^2(348-1552z_2+7z_2^2+172z_1+26z_1z_2+19z_1^2)\}+2k^3t\{350y^2\\+2ty(-629+32z_2+170z_1)+t^2(644-2126z_2+z_2^2+420z_1+46z_1z_2+63z_1^2)\}\\+2k^4\{294y^2+7ty(-211-20z_2+80z_1)+t^2(1132-2841z_2-29z_2^2+900z_1\\+6z_1z_2+173z_1^2)\}+kt^3[36y^2+6ty(-35+2z_1+2z_2)+t^2\{36+z_1^2-270z_2+z_2^2\\+2z_1(6+z_2)\}]\end{array}\right]}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-34}$$

(3)　第 1 段階立地競争

導出した 2 段階目の均衡価格を用いて，立地競争の均衡を求める．各商店の利潤関数は(4-33)，（4-34）式である．ここで，各商店は，第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店の利潤最大化問題は(4-35)式で与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{z_i} \quad p_i^* \cdot \left(\left|\overline{x}^{-k*} - \hat{x}^*\right|\right) - \left(y - p_i^* - t\left|z_i\right|\right) \quad \left(i=1,2;k=R,L\right)\\&s.t. \qquad p_i^* \geq 0, 0 \leq z_1 \leq \overline{x}^R, \overline{x}^L \leq z_2 \leq 0\end{aligned} \tag{4-35}$$

(4-35)式より，1 階および 2 階微分は，つぎのように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_1^*}{\partial z_1} = \frac{\begin{bmatrix} 9t^6 + 7k^5\{42y + t(237 - 5z_1 - 25z_2)\} + 147k^6(2 + z_1 - z_2) + kt^4\{-6y + t(135 + z_1 + z_2)\} \\ +k^4t\{140y + t(2841 - 58z_1 + 6z_2)\} + k^2t^3\{-44y + t(776 + 7z_1 + 13z_2)\} + 2k^3t^2\{-32y \\ +t(1063 + z_1 + 23z_2) \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-36}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1^*}{\partial z_1^2} = \frac{k(3k+t)(-7k^2 + 2kt + t^2)^2}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} > 0 \tag{4-37}$$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial z_2} = \frac{\begin{bmatrix} -9t^6 + k^4t\{-140y + t(-2841 + 6z_1 - 58z_2)\} - 147k^6(2 + z_1 - z_2) + kt^4\{6y + t(-135 \\ +z_1 + z_2)\} + 2k^3t^2\{32y + t(-1063 + 23z_1 + z_2) - 7k^5\{42y + t(237 + 25z_1 + 5z_2)\} \\ +k^2t^3\{44y + t(-776 + 13z_1 + 7z_2)\} \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-38}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2^*}{\partial z_2^2} = \frac{k(3k+t)(-7k^2 + 2kt + t^2)^2}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} > 0 \tag{4-39}$$

(4-36)，(4-37)，(4-38)，(4-39)式は，各商店の立地点を変化させることによって，各商店の利潤 $\pi_i^*\left(i=1,2\right)$ の最大化問題について考えよう．(4-37)，(4-39)式より，$\partial^2\pi_i^*/\partial z_i^2 > 0\left(i=1,2\right)$ であるため，端点解であることがわかる．よって，一時的に相手商店の立地点を固定して考え，両商店にとって利潤を最大化する立地点（端点）について考える必要がある．例として，商店 1 を考えると，商店 2 が都市境界 $\left(\overline{x}^{L*}\right)$ に立地しているもとで商店 1 が CBD に立地する場合 $\left(z_1^* = 0\right)$ と都市境界に立地する場合 $\left(z_1^* = \overline{x}^{R*}\right)$ の利潤の比較を行う必要がある．したがって，商店 1 の第 2 段階の均衡利潤 $\pi_1^*\left(z_1, \overline{x}^{L*}\right)$ の z_1 に $0, \overline{x}^{R*}$ を代入し，端点解の比較を行う．また，商店 2 が CBD$\left(0\right)$ に立地しているもとでは，商店 1 は Under-Cutting 戦略を考慮していないため，都市境界 $\left(\overline{x}^{R*}\right)$ に立地する．商店 2 についても同様である．

商店 1 の均衡立地について

$$\pi_1^*(0, \overline{x}^{L*})\begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix}\pi_1^*(\overline{x}^{R*}, \overline{x}^{L*}) \Longrightarrow \begin{cases} \text{CBDに立地する} \\ \text{都市境界に立地する} \end{cases}$$

商店 2 の均衡立地について

$$\pi_2^*(\bar{x}^{R*},0)\begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix}\pi_2^*(\bar{x}^{R*},\bar{x}^{L*}) \Longrightarrow \begin{cases} \text{CBDに立地する} \\ \text{都市境界に立地する} \end{cases}$$

ここで，(4-30)，(4-31)式より，商店 1，商店 2 ともに都市境界に立地する場合は，以下で与えられる．

$$\bar{x}^{R*}(z_1,z_2)=\frac{\begin{bmatrix} 3t^2y+7k^3(-2+4z_1+z_2)+kt\{16y+t(-6+4z_1+z_2)\} \\ +k^2\{21y+4t(-5+6z_1+2z_2)\} \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)}=z_1 \tag{4-40}$$

$$\bar{x}^{L*}(z_1,z_2)=\frac{\begin{bmatrix} -3t^2y+7k^3(2+z_1+4z_2)+kt\{-16y+t(6+z_1+4z_2)\} \\ +k^2\{-21y+4t(5+2z_1+6z_2)\} \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)}=z_2 \tag{4-41}$$

(4-40)，(4-41)式を z_1,z_2 について解くと，自商店の最適反応関数は，相手商店の立地点に対して，一次関数として，次のように与えられる．

$$z_1^{best}(z_2)=\frac{3t^2y+kt\{16y+t(-6+z_2)\}+7k^3(-2+z_2)+k^2\{21y+4t(-5+2z_2)\}}{7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3} \tag{4-42}$$

$$z_2^{best}(z_1)=\frac{-3t^2y+7k^3(2+z_1)+kt\{-16y+t(6+z_1)\}+k^2\{-21y+4t(5+2z_1)\}}{7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3} \tag{4-43}$$

両商店ともに都市境界に立地する場合の両商店の均衡立地 $z_i^*(i=1,2)$ は，(4-42)，(4-43)式を連立させて，以下のように得られる．

$$z_1^*=\frac{3ky+ty-2k^2-2kt}{2k^2+5kt+t^2}\left(=\bar{x}^{R*}\right) \tag{4-44}$$

$$z_2^*=-\frac{3ky+ty-2k^2-2kt}{2k^2+5kt+t^2}\left(=\bar{x}^{L*}\right) \tag{4-45}$$

両商店の均衡立地 $z_i^*(i=1,2)$ を(4-33)，(4-34)式に代入することにより，両商店が都市境界に立地する場合の均衡利潤 $\pi_i^*(i=1,2)$ を以下のように導出することができる．

$$\pi_1^*\left(\bar{x}^{R*},\bar{x}^{L*}\right)=\pi_2^*\left(\bar{x}^{R*},\bar{x}^{L*}\right)=\frac{2k(k+t)(t+y)\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} \tag{4-46}$$

また，両商店の均衡立地 $z_i^*(i=1,2)$ の下での都市サイズ・総人口 N^* は以下のように導出できる．

$$N^*(=\bar{x}^{R*}-\bar{x}^{L*})=\frac{2\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)}{2k^2+5kt+t^2} \tag{4-47}$$

さらに，両商店の均衡立地 $z_i^*(i=1,2)$ を(4-27)，(4-28)式に代入することにより，均衡価格 $p_i^*(i=1,2)$ を以下のように導出することができる．

$$p_1^*=p_2^*=\frac{2k(k+t)(t+y)}{2k^2+5kt+t^2} \tag{4-48}$$

両商店の均衡立地 $z_i^*(i=1,2)$ を(4-29)式に代入することにより，均衡立地の下での市場分割点 $\hat{x}^*$ を以下のように導出することができる．

$$\hat{x}^*=0(CBD) \tag{4-49}$$

つぎに，商店 2 が都市境界 $\left(\bar{x}^{L*}\right)$ に立地しているもとで商店 1 が CBD (0) に立地する場合の利潤の導出を行う．$z_1^*=0$ と(4-45)式を(4-33)式に代入することにより，商店 2 が都市境界 $\left(\bar{x}^{L*}\right)$ に立地し，商店 1 が CBD (0) に立地する場合の利潤 π_1^* を導出することができる．同様にして，商店 1 が都市境界 $\left(\bar{x}^{R*}\right)$ に立地しているもとで商店 2 が CBD (0) に立地する場合の利潤の導出を行い，(4-44)式と $z_2^*=0$ を(4-34)式に代入することにより，商店 1 が都市境界 $\left(\bar{x}^{R*}\right)$ に立地し，商店 2 が CBD (0) に立地する場合の利潤 π_2^* を以下のように導出することができる．

$$\begin{aligned}\pi_1^*\left(0,\bar{x}^{L*}\right)=\pi_2^*\left(\bar{x}^{R*},0\right)&=\frac{4k(k+t)^2(3k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}\\&-\frac{2(k+t)\begin{pmatrix}2842k^8+15526k^7t+33427k^6t^2\\+34728k^5t^3+20309k^4t^4\\+7166k^3t^5+1525k^2t^6+180kt^7+9t^8\end{pmatrix}y}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}\\&+\frac{k(3k+t)(49k^3+113k^2t+55kt^2+7t^3)^2y^2}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}\end{aligned} \tag{4-50}$$

(4-46)式と(4-50)式を比較するため，その差をとると，以下が得られる．

$$\pi_1^*\left(\overline{x}^{R*},\overline{x}^{L*}\right)-\pi_1^*\left(0,\overline{x}^{L*}\right)=-\frac{4k(k+t)^2\begin{pmatrix}147k^7+3885k^6t+10141k^5t^2+10135k^4t^3\\+4997k^3t^4+1299k^2t^5+171kt^6+9t^7\end{pmatrix}}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}$$
$$-\frac{2(k+t)(3k+t)\begin{pmatrix}686k^7-2534k^6t-9979k^5t^2-10481k^4t^3\\-5128k^3t^4-1312k^2t^5-171kt^6-9t^7\end{pmatrix}y}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}$$
$$-\frac{\left\{-k(3k+t)^2(7k^2-2kt-t^2)(119k^3+227k^2t+105kt^2+13t^3)y^2\right\}}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} \tag{4-51}$$

$$\pi_2^*\left(\overline{x}^{R*},\overline{x}^{L*}\right)-\pi_2^*\left(\overline{x}^{R*},0\right)=-\frac{4k(k+t)^2\begin{pmatrix}147k^7+3885k^6t+10141k^5t^2+10135k^4t^3\\+4997k^3t^4+1299k^2t^5+171kt^6+9t^7\end{pmatrix}}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}$$
$$-\frac{2(k+t)(3k+t)\begin{pmatrix}686k^7-2534k^6t-9979k^5t^2-10481k^4t^3\\-5128k^3t^4-1312k^2t^5-171kt^6-9t^7\end{pmatrix}y}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}$$
$$-\frac{\left\{-k(3k+t)^2(7k^2-2kt-t^2)(119k^3+227k^2t+105kt^2+13t^3)y^2\right\}}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} \tag{4-52}$$

(4-51)，(4-52)式をみると，式中の$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$が残る項以外は符号が決定されている．したがって，(4-46)式と(4-50)式の比較は$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$の符号により正負が判定される．また，$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$は，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に高い場合に正となり，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に低い場合に負となることがわかる．ここでは，$7k^2-2kt-t^2>0$の場合のみを記述する．これは，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に高い場合であり，本研究では，買物難民等の低所得者層や交通弱者の住民の場合を想定しているため買物移動費用が比較的高い住民であると解釈できる．

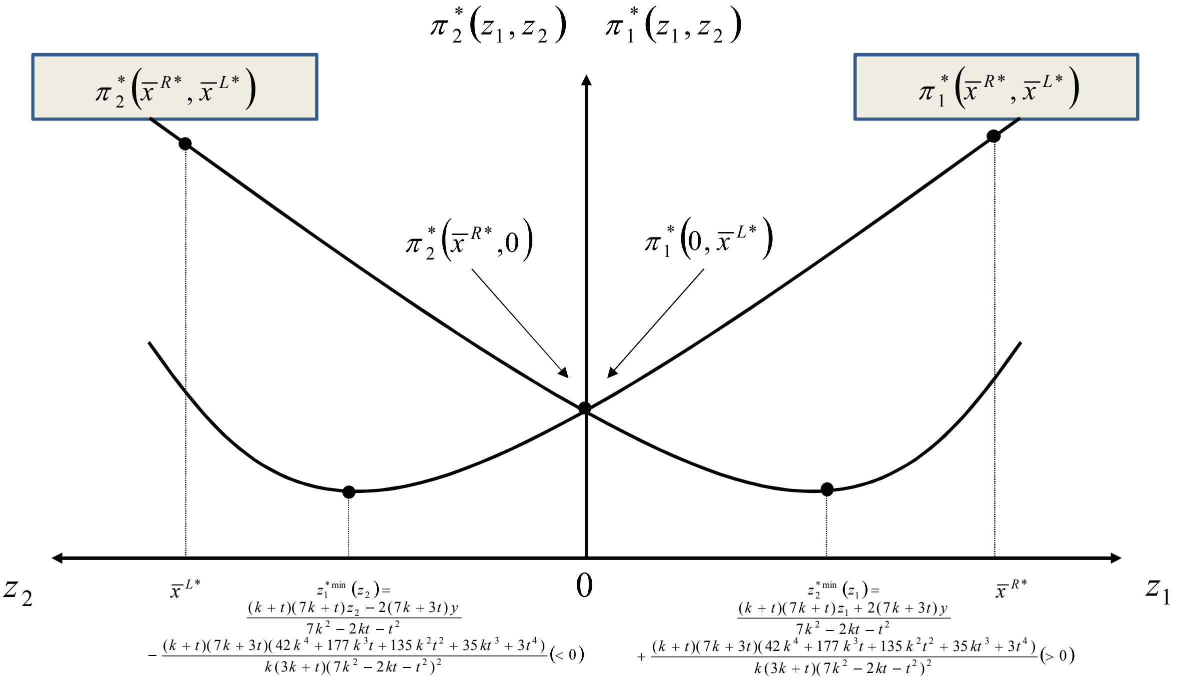

図 7　立地競争における利潤関数の端点解の比較($7k^2-2kt-t^2>0$ の場合)

図 7 は， $7k^2-2kt-t^2>0$ の場合における，相手商店が都市境界に立地するときに両商店にとって利潤を最大化する立地点が端点であることを表している．このとき，商店 1(商店 2)を考えると，商店 2(商店 1)が都市境界 $\left(\overline{x}^{L*}\left(\overline{x}^{R*}\right)\right)$ に立地している下で, 商店 1(商店 2)が都市境界に立地する場合 $\left(z_1^*\left(z_2^*\right)=\overline{x}^{R*}\left(\overline{x}^{L*}\right)\right)$ の利潤の方が, CBD に立地する場合 $\left(z_1^*\left(z_2^*\right)=0\right)$ の利潤よりも高くなる．したがって，商店 2(商店 1)が都市境界に立地している下では，商店 1(商店 2)は，都市境界に立地する．各商店の利潤を最大にする均衡立地 $z_i^*\left(i=1,2\right)$ は，以下のように得られる．

$$z_1^*=\frac{3ky+ty-2k^2-2kt}{2k^2+5kt+t^2}\left(=\overline{x}^{R*}\right) \qquad \text{（再掲）(4-44)}$$

$$z_2^*=-\frac{3ky+ty-2k^2-2kt}{2k^2+5kt+t^2}\left(=\overline{x}^{L*}\right) \qquad \text{（再掲）(4-45)}$$

基本モデルにおいて，各商店の立地均衡はそれぞれ都市の境界の一つに立地し，この時の地代支払いはゼロである．これ以降は，均衡立地 $z_1^*=\overline{x}^{R*}, z_2^*=\overline{x}^{L*}$ を仮定する．すなわち，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に高い場合 $\left(7k^2-2kt-t^2>0\right)$ である．これは，両商店ともに同一価格を設定することによって，買物移動費用を補っており，両商店は互いにシェアを分け合っていると考えられる．基本モデルの市場均衡の結果は以下であり，その際の地代曲線は次のように表される．

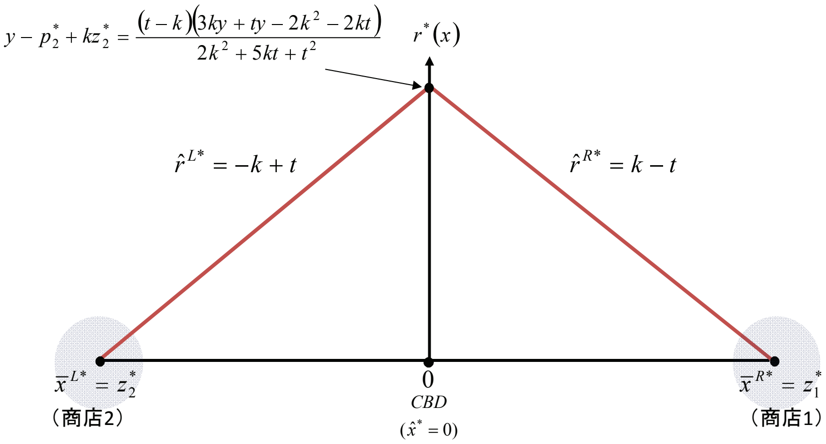

図 8　基本モデルの市場均衡における地代曲線($7k^2-2kt-t^2>0$ の場合)

なお，市場均衡都市が構築されるためには，地代を払うことを保証するための所得である可処分所得が正数でなければならない．すなわち，(4-48)式を用いて， $y-p_i^*>0(i=1,2)$ を解くことにより，次のように与えられる．

$$y-p_i^*=y-\frac{2k(k+t)(t+y)}{2k^2+5kt+t^2}>0 \quad \Leftrightarrow \quad y>\frac{2k(k+t)}{3k+t} \tag{4-53}$$

都市の総地代（Total Land Rent;TLR）は，以下で与えられる．

$$\begin{aligned} TLR=&\int_0^{\hat{x}}\{y-p_2-tx-k(x-z_2)\}\,dx+\int_{\hat{x}}^{z_1}\{y-p_1-tx-k(z_1-x)\}\,dx \\ &+\int_{z_1}^{\bar{x}^R}\{y-p_1-tx-k(x-z_1)\}\,dx+\int_{\bar{x}^L}^{z_2}\{y-p_2+tx+k(x-z_2)\}\,dx \\ &+\int_{z_2}^{0}\{y-p_2+tx+k(z_2-x)\}\,dx \end{aligned} \tag{4-54}$$

(4-53)式が成立する時に，均衡都市が構築でき，基本モデルの市場均衡の都市の総地代 TLR^* は，図 9 の地代曲線の面積であり，それぞれ，(4-44)，(4-45)，(4-48)，(4-49)式を(4-54)式に代入することにより，以下のように得られる．

$$TLR^*=\frac{(t-k)\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)^2}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} \tag{4-55}$$

また，都市の住民の総移動費用（Total Cost;TC）以下のように表される．

$$\begin{aligned} TC=&\int_0^{\hat{x}}\{tx+k(x-z_2)\}\,dx+\int_{\hat{x}}^{z_1}\{tx+k(z_1-x)\}\,dx+\int_{z_1}^{\bar{x}^R}\{tx+k(x-z_1)\}\,dx \\ &+\int_{\bar{x}^L}^{z_2}\{-tx-k(x-z_2)\}\,dx+\int_{z_2}^{0}\{-tx-k(z_2-x)\}\,dx \end{aligned} \tag{4-56}$$

(4-53)式が成立する時に，均衡都市が構築でき，基本モデルの市場均衡における都市住民の総移動費用 TC^* は，それぞれ，(4-44)，(4-45)，(4-48)，(4-49)式を(4-56)式に代入することにより，以下のように得られる．その時の住民の買物移動費用と通勤移動費用を合わせた移動費用曲線は青線で以下の図 9 のように表される．

$$TC^* = \frac{(k+t)\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)^2}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} \tag{4-57}$$

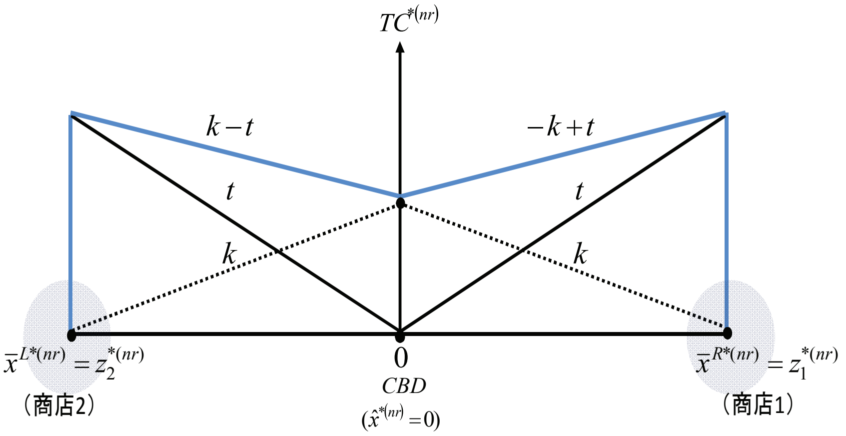

図 9　基本モデル市場均衡における住民の移動費用曲線($7k^2-2kt-t^2>0$ の場合)

都市内の住民の総移動費用 TC^* は図 9 の面積であり，都市内の住民の総移動費用は都市サイズが小さければ小さくなる．すなわち，都市住民の総移動費用は都市内に居住する人数 N に影響されることがわかる．

4.4.3　商店の立地均衡に地代支払いが与える影響

典型的な Hotelling モデルでは，地代支払いは考慮されていない．そこでの立地均衡では，一次元線形都市上に 2 つの商店が一店舗ずつ立地する場合，両商店が立地空間の中央に集中立地することが示される．これは，minimum differenciation と呼ばれる．一方，住民の総移動距離を最小化する各商店の立地は $1/4l$ と $3/4l$ の地点である．しかし，前節で述べたとおり，本研究では，商店の均衡立地は都市境界であり，ホテリングの結果と反し，maximum differenciation となっている．このような地代の存在する都市モデルにおける商店の均衡立地（都市境界立地）は，中心地地代が高いために導出された可能性がある．そこで本節では，商店の地代支払いを考慮しない場合を考える．すなわち，地代が完全に補助される場合の市場均衡分析を行い，基本モデルにおいての商店の立地均衡（都市境界立地）に地代支払いが与える影響について分析する．

(1) 商店の地代支払いを考慮しない場合の市場均衡分析

基本モデルと同様に，第 1 段階を立地競争，第 2 段階を価格競争とする 2 段階ゲームの逐次競争を想定し，後向き帰納法により分析を行う．また，基本モデルと同様に両商店の Under-Cutting 戦略を考慮せず，市場分割点 $\hat{x}^{(nr)}\left(z_1^{(nr)} > \hat{x}^{(nr)} > z_2^{(nr)}\right)$ が必ず存在する場合について分析を行う．商店の地代支払いを考慮しない場合においても，基本モデルと同様の(4-2)式の市場分割点 $\hat{x}^{(nr)}\left(z_1^{(nr)} \geq \hat{x}^{(nr)} \geq z_2^{(nr)}\right)$，(4-4)式の都市境界 $\bar{x}^{R(nr)}, \bar{x}^{L(nr)}\left(\bar{x}^{R(nr)} \geq 0, \bar{x}^{L(nr)} \leq 0\right)$，(4-5)式の都市サイズ・人口 $N^{(nr)}$，(4-6)，(4-7)式の商店 i のシェア

$\left|\overline{x}^{k(nr)}-\hat{x}^{(nr)}\right|(i=1,2;k=R,L)$を用いる．これらは，次のように与えられる．

$$\hat{x}^{(nr)}=\frac{p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)}+k\left(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)}\right)}{2k} \qquad \text{（再掲）(4-2-1)}$$

$$\overline{x}^{R(nr)}=\frac{y-p_1^{(nr)}+kz_1^{(nr)}}{t+k} \quad , \quad \overline{x}^{L(nr)}=\frac{-\left(y-p_2^{(nr)}-kz_2^{(nr)}\right)}{t+k} \qquad \text{（再掲）(4-4-1)}$$

$$N^{(nr)}\left(=\overline{x}^{R(nr)}-\overline{x}^{L(nr)}\right)=\frac{2y-p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)}+k\left(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)}\right)}{t+k} \qquad \text{（再掲）(4-5-1)}$$

$$\overline{x}^{R(nr)}-\hat{x}^{(nr)}=\frac{2ky-3kp_1^{(nr)}+k^2z_1^{(nr)}-t(p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)})-tk(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})+k(p_2^{(nr)}-kz_2^{(nr)})}{2k(t+k)} \qquad \text{（再掲）(4-6-1)}$$

$$\hat{x}^{(nr)}-\overline{x}^{L(nr)}=\frac{2ky-3kp_2^{(nr)}+k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+t(p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)})+tk(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})+kp_1^{(nr)}}{2k(t+k)} \qquad \text{（再掲）(4-7-1)}$$

このとき，商店 1 および商店 2 の価格競争の利潤関数は以下のように与えられる．

商店 1 の価格競争における利潤関数：

$$\pi_1^{(nr)}(p_1^{(nr)},p_2^{(nr)};z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\begin{cases} p_1^{(nr)}\cdot(\overline{x}^{R(nr)}-\hat{x}^{(nr)}) & \left|p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)}\right|\le k(z_2^{(nr)}-z_1^{(nr)})\text{ の場合} \quad (4\text{-}58) \\ p_1^{(nr)}\cdot N^{(nr)}(=\overline{x}^{R(nr)}-\overline{x}^{L(nr)}) & p_1^{(nr)}<p_2^{(nr)}+k(z_2^{(nr)}-z_1^{(nr)})\text{の場合} \quad (4\text{-}59) \\ 0 & p_1^{(nr)}>p_2^{(nr)}+k(z_2^{(nr)}-z_1^{(nr)})\text{の場合} \quad (4\text{-}60) \end{cases}$$

商店 2 の価格競争における利潤関数：

$$\pi_2^{(nr)}(p_1^{(nr)},p_2^{(nr)};z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\begin{cases} p_2^{(nr)}\cdot(\hat{x}^{(nr)}-\overline{x}^{L(nr)}) & \left|p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)}\right|\le k(z_2^{(nr)}-z_1^{(nr)})\text{ の場合} \quad (4\text{-}61) \\ p_2^{(nr)}\cdot N^{(nr)}(=\overline{x}^{R(nr)}-\overline{x}^{L(nr)}) & p_2^{(nr)}<p_1^{(nr)}+k(z_2^{(nr)}-z_1^{(nr)})\text{の場合} \quad (4\text{-}62) \\ 0 & p_2^{(nr)}>p_1^{(nr)}+k(z_2^{(nr)}-z_1^{(nr)})\text{の場合} \quad (4\text{-}63) \end{cases}$$

（2）第 2 段階価格競争

第 1 段階の立地競争の後に第 2 段階の価格競争が起こるという逐次競争を想定し，1 段階目の変数である立地を所与とした時の 2 段階目の価格競争の均衡価格を考える．両商店の立地点を所与（$z_1^{(nr)}\ge 0, z_2^{(nr)}\le 0$）とし，市場分割点$\hat{x}^{(nr)}$が商店間$\left(z_1^{(nr)}>\hat{x}^{(nr)}>z_2^{(nr)}\right)$に存在する場合の各商店の価格競争における利潤関数は(4-58), (4-61)式より以下のように与えられる．

$$\pi_1^{(nr)}\left(p_1^{(nr)},p_2^{(nr)};z_1^{(nr)},z_2^{(nr)}\right)=p_1^{(nr)}\cdot\left(\overline{x}^{R(nr)}-\hat{x}^{(nr)}\right)$$

$$=\frac{p_1^{(nr)}\left\{(-p_1^{(nr)}+p_2^{(nr)})t+k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+k(-3p_1^{(nr)}+p_2^{(nr)}+2y-tz_1^{(nr)}-tz_2^{(nr)})\right\}}{2k(t+k)} \tag{4-64}$$

$$\pi_2^{(nr)}\left(p_1^{(nr)},p_2^{(nr)};z_1^{(nr)},z_2^{(nr)}\right)=p_2^{(nr)}\cdot\left(\hat{x}^{(nr)}-\overline{x}^{L(nr)}\right)$$

$$=\frac{p_2^{(nr)}\left\{(p_1^{(nr)}-p_2^{(nr)})t+k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+k(p_1^{(nr)}-3p_2^{(nr)}+2y+tz_1^{(nr)}+tz_2^{(nr)})\right\}}{2k(t+k)} \tag{4-65}$$

両商店の立地点を所与（$z_1^{(nr)}\geq 0, z_2^{(nr)}\leq 0$）とし，第 2 段階の価格をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店の利潤最大化問題は(4-66)式で与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{p_i^{(nr)}} \quad p_i^{(nr)}\cdot\left(\left|\overline{x}^{k(nr)}-\hat{x}^{(nr)}\right|\right) \quad (i=1,2;k=R,L)\\ &s.t. \quad p_i^{(nr)}\geq 0, 0\leq z_1^{(nr)}\leq \overline{x}^{R(nr)}, \overline{x}^{L(nr)}\leq z_2^{(nr)}\leq 0\end{aligned} \tag{4-66}$$

(4-66)式より，1 階および 2 階微分は，以下のように与えられる．

$$\frac{\partial\pi_1^{(nr)}}{\partial p_1^{(nr)}}=\frac{(-2p_1^{(nr)}+p_2^{(nr)})t+k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+k(-6p_1^{(nr)}+p_2^{(nr)}+2y-tz_1^{(nr)}-tz_2^{(nr)})}{2k(t+k)} \tag{4-67}$$

$$\frac{\partial\pi_1^{(nr)}}{\partial p_2^{(nr)}}=\frac{p_1^{(nr)}}{2k}>0 \tag{4-68}$$

$$\frac{\partial^2\pi_1^{(nr)}}{\partial p_1^{(nr)2}}=\frac{-2t-6k}{2k(t+k)}=\frac{-(t+3k)}{k(t+k)}<0 \tag{4-69}$$

$$\frac{\partial\pi_2^{(nr)}}{\partial p_2^{(nr)}}=\frac{(p_1^{(nr)}-2p_2^{(nr)})t+k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+k(p_1^{(nr)}-6p_2^{(nr)}+2y+tz_1^{(nr)}+tz_2^{(nr)})}{2k(t+k)} \tag{4-70}$$

$$\frac{\partial\pi_2^{(nr)}}{\partial p_1^{(nr)}}=\frac{p_2^{(nr)}}{2k}>0 \tag{4-71}$$

$$\frac{\partial^2\pi_2^{(nr)}}{\partial p_2^{(nr)2}}=\frac{-2t-6k}{2k(t+k)}=\frac{-(t+3k)}{k(t+k)}<0 \tag{4-72}$$

(4-67)，(4-69)，(4-70)，(4-72)式より，各商店の財の価格を変化させることによって，各商店の利潤 $\pi_i^{(nr)}(i=1,2)$ の最大化問題について考える．なお，(4-68)，(4-71)式は，相手商店の価格が上昇すると，自商店の利潤が増加することを示している $\left(\partial\pi_1^{(nr)}/\partial p_2^{(nr)}>0, \partial\pi_2^{(nr)}/\partial p_1^{(nr)}>0\right)$．また，(4-69)，(4-72)式より，2 階微分は $\partial^2\pi_i^{(nr)}/\partial p_i^{(nr)2}<0(i=1,2)$ であり，両商店にとって利潤を最大化する価格は，一時的に相手商店の価格を固定して考えれば，(4-64)，(4-65)式がそれぞれ自商店価格の 2 次関数となることからその頂点として与えられる．したがって，この場合の極大値は，$\partial\pi_i^{(nr)}/\partial p_i^{(nr)}=0(i=1,2)$ を解くことで，商店 $i(i=1,2)$ の利潤は最大となる．(4-67)，(4-70)式より，以下の最適反応関数が導出される．

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial \pi_1^{(nr)}}{\partial p_1^{(nr)}} = \dfrac{(-2p_1^{(nr)} + p_2^{(nr)})t + k^2(z_1^{(nr)} - z_2^{(nr)}) + k(-6p_1^{(nr)} + p_2^{(nr)} + 2y - tz_1^{(nr)} - tz_2^{(nr)})}{2k(t+k)} = 0 & \text{(4-73)} \\
\dfrac{\partial \pi_2^{(nr)}}{\partial p_2^{(nr)}} = \dfrac{(p_1^{(nr)} - 2p_2^{(nr)})t + k^2(z_1^{(nr)} - z_2^{(nr)}) + k(p_1^{(nr)} - 6p_2^{(nr)} + 2y + tz_1^{(nr)} + tz_2^{(nr)})}{2k(t+k)} = 0 & \text{(4-74)}
\end{cases}
$$

$$
p_1^{(nr)best}\left(p_2^{(nr)}; z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}\right) = \frac{p_2^{(nr)}t + k^2(z_1^{(nr)} - z_2^{(nr)}) + k(p_2^{(nr)} + 2y - tz_1^{(nr)} - tz_2^{(nr)})}{2(t+3k)} \tag{4-75}
$$

$$
p_2^{(nr)best}\left(p_1^{(nr)}; z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}\right) = \frac{p_1^{(nr)}t + k^2(z_1^{(nr)} - z_2^{(nr)}) + k(p_1^{(nr)} + 2y + tz_1^{(nr)} + tz_2^{(nr)})}{2(t+3k)} \tag{4-76}
$$

式を見て分かるように，商店 1(商店 2)の最適な価格（最適反応価格） $p_1^{(nr)best}\left(p_2^{(nr)best}\right)$ は，商店 2(商店 1)の価格 $p_2^{(nr)}\left(p_1^{(nr)}\right)$ に対して，傾き $(t+k)/2(t+3k)$ の一次関数となることがわかる．

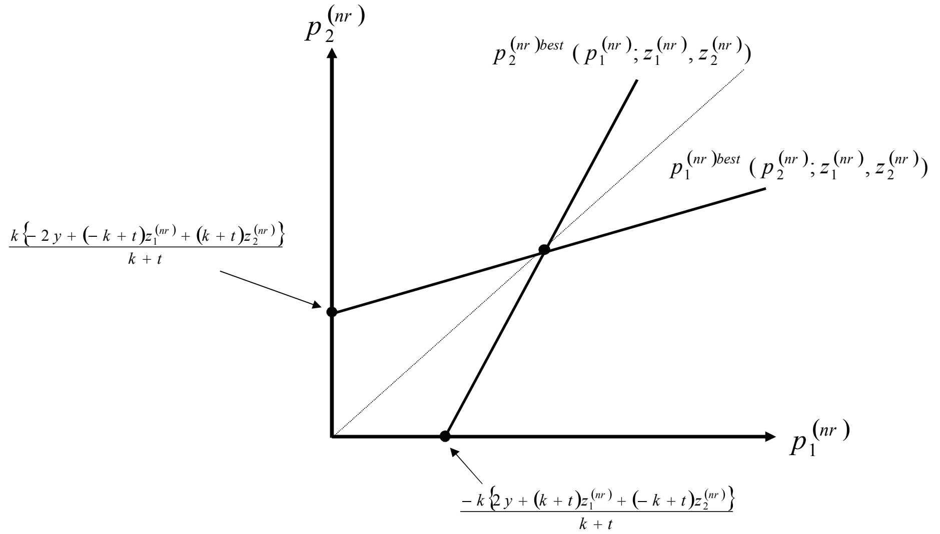

図 10　商店の地代支払いを考慮しない場合の第 2 段階価格競争の最適反応価格

以上より，両商店の価格が均衡する場合の第 2 段階の均衡価格は，両商店の最適反応価格の交点となる（図 10 参照）. 地点 $z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}$ に立地する各商店の利潤を最大にする第 2 段階の均衡価格 $p_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$ は, (4-75), (4-76)式を連立させて，以下のように得られる．

$$
p_1^{*(nr)}(z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}) = \frac{k[7k^2(z_1^{(nr)} - z_2^{(nr)}) - t\{-6y + t(z_1^{(nr)} + z_2^{(nr)})\} + 2k\{7y - t(z_1^{(nr)} + 4z_2^{(nr)})\}]}{(5k+t)(7k+3k)} \tag{4-77}
$$

$$
p_2^{*(nr)}\left(z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}\right) = \frac{k[7k^2(z_1^{(nr)} - z_2^{(nr)}) + t\{6y + t(z_1^{(nr)} + z_2^{(nr)})\} + 2k\{7y + t(4z_1^{(nr)} + z_2^{(nr)})\}]}{(5k+t)(7k+3k)} \tag{4-78}
$$

また，第 2 段階の均衡価格 $p_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$ を(4-2-1)式に代入することにより，第 2 段階の均衡価格の下での市場分割点 $\hat{x}^{*(nr)}$ を以下のように導出することができる．

$$
\hat{x}^{*(nr)}(z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}) = \frac{(7k+t)(z_1^{(nr)} + z_2^{(nr)})}{14k+6t} \tag{4-79}
$$

第 2 段階の均衡価格 $p_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$ を(4-4-1)式に代入することにより，第 2 段階の均衡価格の下での都市境界 $\overline{x}^{R*(nr)},\overline{x}^{L*(nr)}$ を以下のように導出することができる．

$$\overline{x}^{R*(nr)}(z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\frac{\begin{bmatrix}3t^2y+7k^3(4z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})+k^2\{21y+8t(3z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}\\+kt\{16y+t(4z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}\end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} \tag{4-80}$$

$$\overline{x}^{L*(nr)}(z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\frac{\begin{bmatrix}-3t^2y+7k^3(z_1^{(nr)}+4z_2^{(nr)})+k^2\{-21y+8t(z_1^{(nr)}+3z_2^{(nr)})\}\\+kt\{-16y+t(z_1^{(nr)}+4z_2^{(nr)})\}\end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} \tag{4-81}$$

したがって，都市サイズ・総人口 $N^{*(nr)}$ は次のように導出できる．

$$N^{*(nr)}(z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\frac{(3k+t)\left\{2y+k(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})\right\}}{(k+t)(5k+t)} \tag{4-82}$$

第 2 段階の均衡価格 $p_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$ を(4-64), (4-65)式に代入することにより，第 2 段階の均衡利潤 $\pi_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$ を以下のように導出することができる．

$$\pi_1^{*(nr)}(z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\frac{\left\langle\begin{matrix}k(3k+t)[7k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})-t\{-6y+t(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}\\+2k\{7y-t(z_1^{(nr)}+4z_2^{(nr)})\}]^2\end{matrix}\right\rangle}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-83}$$

$$\pi_2^{*(nr)}(z_1^{(nr)},z_2^{(nr)})=\frac{\left\langle\begin{matrix}k(3k+t)[7k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+t\{6y+t(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}\\+2k\{7y+t(4z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}]^2\end{matrix}\right\rangle}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-84}$$

（3）第 1 段階立地競争

導出した 2 段階目の均衡価格を用いて，立地競争の均衡を求める．各商店の利潤関数は(4-83), （4-84）式である．ここで，各商店は，第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店の利潤最大化問題は(4-85)式で与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{z_i^{(nr)}}\quad p_i^{*(nr)}\cdot\left(\left|\overline{x}^{k*(nr)}-\hat{x}^{*(nr)}\right|\right)\quad\left(i=1,2;k=R,L\right)\\&s.t.\qquad p_i^{*(nr)}\geq 0,0\leq z_1^{(nr)}\leq\overline{x}^{R(nr)},\overline{x}^{L(nr)}\leq z_2^{(nr)}\leq 0\end{aligned} \tag{4-85}$$

(4-85)式より，1 階および 2 階微分は，以下のように与えられる．

$$\frac{\partial\pi_1^{*(nr)}}{\partial z_1^{(nr)}}=\frac{\left\langle\begin{matrix}k(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)[7k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})-t\{-6y+t(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}\\+2k\{7y-t(z_1^{(nr)}+4z_2^{(nr)})\}]\end{matrix}\right\rangle}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-86}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1^{*(nr)}}{\partial z_1^{(nr)2}} = \frac{k(3k+t)(-7k^2+2kt+t^2)^2}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} > 0 \tag{4-87}$$

$$\frac{\partial \pi_2^{*(nr)}}{\partial z_2^{(nr)}} = \frac{\left\langle \begin{array}{l} k(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)[7k^2(z_1^{(nr)}-z_2^{(nr)})+t\{6y+t(z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\} \\ +2k\{7y+t(4z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\}] \end{array} \right\rangle}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-88}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2^{*(nr)}}{\partial z_2^{(nr)2}} = \frac{k(3k+t)(-7k^2+2kt+t^2)^2}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} > 0 \tag{4-89}$$

(4-86), (4-87), (4-88), (4-89)式より，各商店の立地点を変化させることによって，各商店の利潤 $\pi_i^{*(nr)}(i=1,2)$ の最大化問題について考える．(4-87), (4-89)式より，$\partial^2\pi_i^{*(nr)} / \partial z_i^{(nr)2} > 0(i=1,2)$ であるため，端点解であることがわかる．よって，一時的に相手商店の立地点を固定して考え，両商店にとって利潤を最大化する立地点(端点)について考える必要がある．例として，商店 1 を考えると，商店 2 が都市境界 $\left(\overline{x}^{L*(nr)}\right)$ に立地しているもとで商店 1 が CBD に立地する場合 $\left(z_1^{*(nr)}=0\right)$ と都市境界に立地する場合 $\left(z_1^{*(nr)}=\overline{x}^{R*(nr)}\right)$ の利潤の比較を行う必要がある．したがって，商店 1 の第 2 段階の均衡利潤 $\pi_1^{*(nr)}\left(z_1^{(nr)},\overline{x}^{L*(nr)}\right)$ の $z_1^{(nr)}$ に $0,\overline{x}^{R*(nr)}$ を代入し，端点解の比較を行う．また，商店 2 が CBD(0) に立地しているもとでは，商店 1 は Under-Cutting 戦略を考慮していないため，都市境界 $\left(\overline{x}^{R*(nr)}\right)$ に立地する．商店 2 についても同様である．

商店 1 の均衡立地について

$$\pi_1^{*(nr)}(0,\overline{x}^{L*(nr)}) \begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix} \pi_1^{*(nr)}(\overline{x}^{R*(nr)},\overline{x}^{L*(nr)}) \Longrightarrow \begin{cases} \text{CBDに立地する} \\ \text{都市境界に立地する} \end{cases}$$

商店 2 の均衡立地について

$$\pi_2^{*(nr)}(\overline{x}^{R*(nr)},0) \begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix} \pi_2^{*(nr)}(\overline{x}^{R*(nr)},\overline{x}^{L*(nr)}) \Longrightarrow \begin{cases} \text{CBDに立地する} \\ \text{都市境界に立地する} \end{cases}$$

ここで，(4-80), (4-81)式より，商店 1，商店 2 ともに都市境界に立地する場合は，以下で与えられる．

$$\overline{x}^{R*(nr)}(z_1^{(nr)},z_2^{(nr)}) = \frac{\left[\begin{array}{l} 3t^2y+7k^3(4z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})+k^2\{21y+8t(3z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\} \\ +kt\{16y+t(4z_1^{(nr)}+z_2^{(nr)})\} \end{array} \right]}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} = z_1^{(nr)} \tag{4-90}$$

$$\overline{x}^{L*(nr)}(z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}) = \frac{\begin{bmatrix} -3t^2 y + 7k^3(z_1^{(nr)} + 4z_2^{(nr)}) + k^2\{-21y + 8t(z_1^{(nr)} + 3z_2^{(nr)})\} \\ + kt\{-16y + t(z_1^{(nr)} + 4z_2^{(nr)})\} \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} = z_2^{(nr)} \tag{4-91}$$

(4-90), (4-91)式を $z_1^{(nr)}, z_2^{(nr)}$ について解くと，自商店の最適反応関数は，相手商店の立地点に対して，一次関数として，次のように与えられる．

$$z_1^{best(nr)}(z_2^{(nr)}) = \frac{3t^2 y + 7k^3 z_2^{(nr)} + kt(16y + tz_2^{(nr)}) + k^2(21y + 8tz_2^{(nr)})}{7k^3 + 33k^2 t + 21kt^2 + 3t^3} \tag{4-92}$$

$$z_2^{best(nr)}(z_1^{(nr)}) = \frac{-3t^2 y + 7k^3 z_1^{(nr)} + kt(-16y + tz_1^{(nr)}) + k^2(-21y + 8tz_1^{(nr)})}{7k^3 + 33k^2 t + 21kt^2 + 3t^3} \tag{4-93}$$

両商店ともに都市境界に立地する場合の両商店の立地 $z_i^{*(nr)}(i=1,2)$ は，(4-92)，(4-93)式を連立させて，以下のように得られる．

$$z_1^{*(nr)} = \frac{(3k+t)y}{2k^2 + 5kt + t^2}\left(= \overline{x}^{R*(nr)}\right) \tag{4-94}$$

$$z_2^{*(nr)} = -\frac{(3k+t)y}{2k^2 + 5kt + t^2}\left(= \overline{x}^{L*(nr)}\right) \tag{4-95}$$

両商店の立地 $z_i^{*(nr)}(i=1,2)$ を(4-83)，(4-84)式に代入することにより，両商店が都市境界に立地する場合の利潤 $\pi_i^{*(nr)}(i=1,2)$ を以下のように導出することができる．

$$\pi_1^{*(nr)}\left(\overline{x}^{R*(nr)}, \overline{x}^{L*(nr)}\right) = \pi_2^{*(nr)}\left(\overline{x}^{R*(nr)}, \overline{x}^{L*(nr)}\right) = \frac{2k(k+t)(3k+t)y^2}{\left(2k^2 + 5kt + t^2\right)^2} \tag{4-96}$$

つぎに，商店 2 が都市境界 $\left(\overline{x}^{L*(nr)}\right)$ に立地しているもとで商店 1 が CBD(0) に立地する場合の利潤の導出を行う． $z_1^{*(nr)} = 0$ と(4-91)式を(4-83)式に代入することにより，商店 2 が都市境界 $\left(\overline{x}^{L*(nr)}\right)$ に立地し，商店 1 が CBD(0) に立地する場合の利潤 $\pi_1^{*(nr)}$ を導出することができる．同様にして，商店 1 が都市境界 $\left(\overline{x}^{R*(nr)}\right)$ に立地しているもとで商店 2 が CBD(0) に立地する場合の利潤の導出を行い，(4-90)式と $z_2^{*(nr)} = 0$ を(4-84)式に代入することにより，商店 1 が都市境界 $\left(\overline{x}^{R*(nr)}\right)$ に立地し，商店 2 が CBD(0) に立地する場合の利潤 $\pi_2^{*(nr)}$ を以下のように導出することができる．

$$\pi_1^{*(nr)}\left(0, \overline{x}^{L*(nr)}\right) = \pi_2^{*(nr)}\left(\overline{x}^{R*(nr)}, 0\right) = \frac{k(3k+t)\left(49k^3 + 113k^2 t + 55kt^2 + 7t^3\right)^2 y^2}{2(k+t)\left(2k^2 + 5kt + t^2\right)^2\left(35k^2 + 22kt + 3t^2\right)^2} \tag{4-97}$$

(4-96)式と(4-97)式を比較するため，その差をとると，以下が得られる．

$$\pi_1^{*(nr)}\left(\bar{x}^{R*(nr)},\bar{x}^{L*(nr)}\right)-\pi_1^{*(nr)}\left(0,\bar{x}^{L*(nr)}\right)$$

$$=\frac{k(3k+t)^2\left(7k^2-2kt-t^2\right)\left(119k^3+227k^2t+105kt^2+13t^3\right)y^2}{2(k+t)\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-98}$$

$$\pi_2^{*(nr)}\left(\bar{x}^{R*(nr)},\bar{x}^{L*(nr)}\right)-\pi_2^{*(nr)}\left(\bar{x}^{R*(nr)},0\right)$$

$$=\frac{k(3k+t)^2\left(7k^2-2kt-t^2\right)\left(119k^3+227k^2t+105kt^2+13t^3\right)y^2}{2(k+t)\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{4-99}$$

(4-98)，(4-99)式の符号は，式中の$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$の符号により決定される．したがって，(4-96)式と(4-97)式の比較は$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$の符号により正負が判定される．また，$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$は，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に高い場合に正となり，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に低い場合に負となることが分かる．以下では，基本モデルと同様に，$\left(7k^2-2kt-t^2\right)$が正の場合のみ記述する．

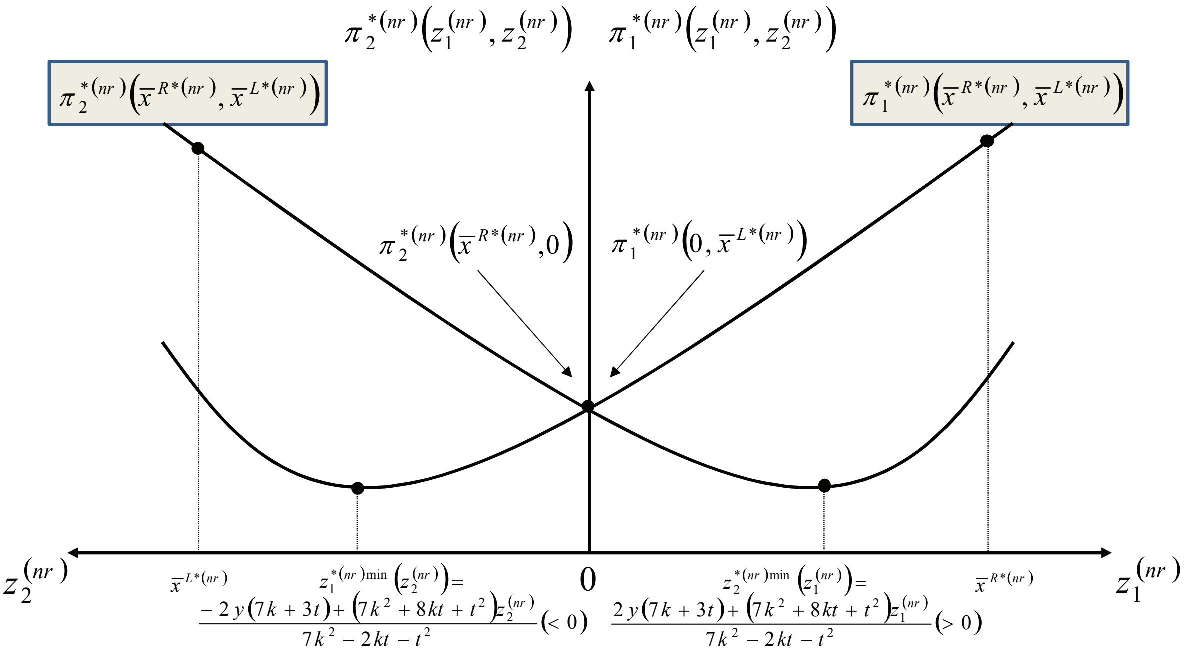

図 11　商店の地代支払いを考慮しない場合の立地競争における利潤関数の端点解の比較

($7k^2-2kt-t^2>0$の場合)

図 11 は，$7k^2-2kt-t^2>0$の場合である．相手商店が都市境界に立地するときの利潤関数の両商店にとって利潤を最大化する立地点が端点であることを表しており，商店の地代を考慮しない場合の立地競争の利潤関数の比較である．このとき，商店 1(商店 2)を考えると，商店 2(商店 1)が都市境界$\left(\bar{x}^{L*(nr)}\left(\bar{x}^{R*(nr)}\right)\right)$に立地している下で，商店 1(商店 2)が都市境界に立地する場合$\left(z_1^{*(nr)}\left(z_2^{*(nr)}\right)=\bar{x}^{R*(nr)}\left(\bar{x}^{L*(nr)}\right)\right)$の利潤の方が，CBD に立地する

場合$\left(z_1^{*(nr)}\left(z_2^{*(nr)}\right)=0\right)$の利潤よりも高くなる．したがって，商店 2(商店 1)が都市境界に立地している下では，商店 1(商店 2)は，都市境界に立地する．各商店の利潤を最大にする均衡立地$z_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$は，以下のように得られる．

$$z_1^{*(nr)}=\frac{(3k+t)y}{2k^2+5kt+t^2}\left(=\overline{x}^{R*(nr)}\right)$$

（再掲）(4-94)

$$z_2^{*(nr)}=-\frac{(3k+t)y}{2k^2+5kt+t^2}\left(=\overline{x}^{L*(nr)}\right)$$

（再掲）(4-95)

また，均衡立地$z_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$の下での都市サイズ・総人口$N^{*(nr)}$は次のように導出できる．

$$N^{*(nr)}(=\overline{x}^{R*(nr)}-\overline{x}^{L*(nr)})=\frac{2(3k+t)y}{2k^2+5kt+t^2}$$

(4-100)

さらに，均衡立地$z_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$を(4-77)，(4-78)式に代入することにより，均衡価格$p_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$を導出することができる．

$$p_1^{*(nr)}=\frac{2k(k+t)y}{2k^2+5kt+t^2}=p_2^{*(nr)}$$

(4-101)

均衡立地$z_i^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$を(4-79)式に代入することにより，均衡立地の下での市場分割点$\hat{x}^{*(nr)}$を導出することができる．

$$\hat{x}^{*(nr)}=0\left(CBD\right)$$

(4-102)

商店の地代支払いを考慮しない場合においても，各商店の均衡立地はそれぞれ都市の境界の一つに立地し，この時の地代支払いはゼロである．これ以降は，均衡立地$z_1^{*(nr)}=\overline{x}^{R*(nr)},z_2^{*(nr)}=\overline{x}^{L*(nr)}$を仮定する．すなわち，買物費用が通勤費用に比べて相対的に高い場合$\left(7k^2-2kt-t^2>0\right)$である．これは，両商店ともに同一価格を設定していることにより，買物費用を補っており，両商店は互いにシェアを分け合っていると考えられる．商店の地代支払いを考慮しない場合の市場均衡の結果は以下であり，その際の地代曲線は次のように表される．

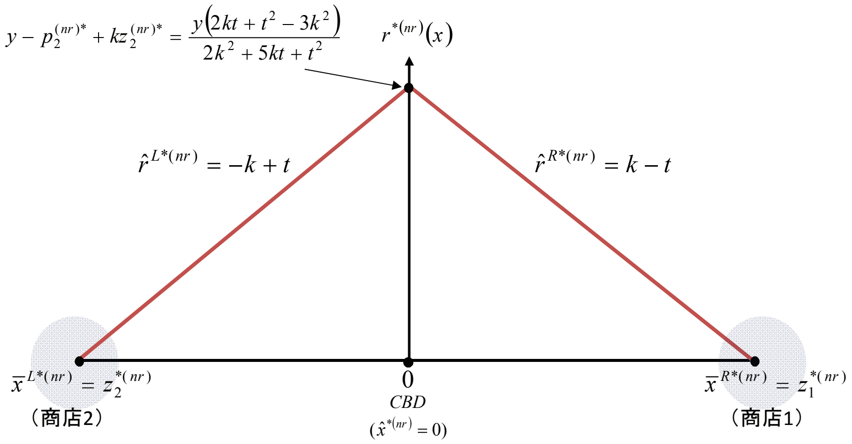

図 12　商店の地代を考慮しない場合における市場均衡における地代曲線
($7k^2-2kt-t^2>0$の場合)

なお，市場均衡都市が構築されるためには，地代を払うことを保証するための所得である可処分所得が正数でなければならない．すなわち，(4-101)式を用いて，$y-p_i^{*(nr)}>0$を解くことにより，次のように与えられる．

$$y-p_i^{*(nr)}=y-\frac{2k(k+t)y}{2k^2+5kt+t^2}>0 \quad \Leftrightarrow \quad y>0 \tag{4-103}$$

都市の総地代（Total Land Rent;TLR）は，(4-54)式より，以下のように表される．

$$\begin{aligned}TLR&=\int_0^{\hat{x}}\{y-p_2-tx-k(x-z_2)\}dx+\int_{\hat{x}}^{z_1}\{y-p_1-tx-k(z_1-x)\}dx\\&+\int_{z_1}^{\bar{x}^R}\{y-p_1-tx-k(x-z_1)\}dx+\int_{\bar{x}^L}^{z_2}\{y-p_2+tx+k(x-z_2)\}dx\\&+\int_{z_2}^{0}\{y-p_2+tx+k(z_2-x)\}dx\end{aligned}$$
（再掲）(4-54)

(4-103)式が成立する時に，都市が構築でき，商店の地代支払いを考慮しない場合の市場均衡の都市の総地代$TLR^{*(nr)}$は，それぞれ，(4-94)，(4-95)，(4-101)，(4-102)式を(4-54-1)式に代入することにより，以下のように得られる．

$$TLR^{*(nr)}=\frac{(t-k)(3k+t)^2y^2}{(2k^2+5kt+t^2)^2} \tag{4-104}$$

また，都市の住民の総移動費用（Total Cost;TC）は，(4-56)式より，以下のように表される．

$$\begin{aligned}TC&=\int_0^{\hat{x}}\{tx+k(x-z_2)\}dx+\int_{\hat{x}}^{z_1}\{tx+k(z_1-x)\}dx+\int_{z_1}^{\bar{x}^R}\{tx+k(x-z_1)\}dx\\&+\int_{\bar{x}^L}^{z_2}\{-tx-k(x-z_2)\}dx+\int_{z_2}^{0}\{-tx-k(z_2-x)\}dx\end{aligned}$$
（再掲）(4-56)

(4-103)式が成立する時に，都市が構築でき，商店の地代支払いを考慮しない場合の市場均衡の都市の住民の総移動費用 $TC^{*(nr)}$ は，それぞれ，(4-94)，(4-95)，(4-96)，(4-97)式を(4-56-1)式に代入することにより，以下のように得られる．　その時の住民の買物費用と通勤費用を合わせた移動費用曲線は青線で以下の図 13 のように表される．

$$TC^{*(nr)} = \frac{(k+t)(3k+t)^2 y^2}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} \qquad (4\text{-}105)$$

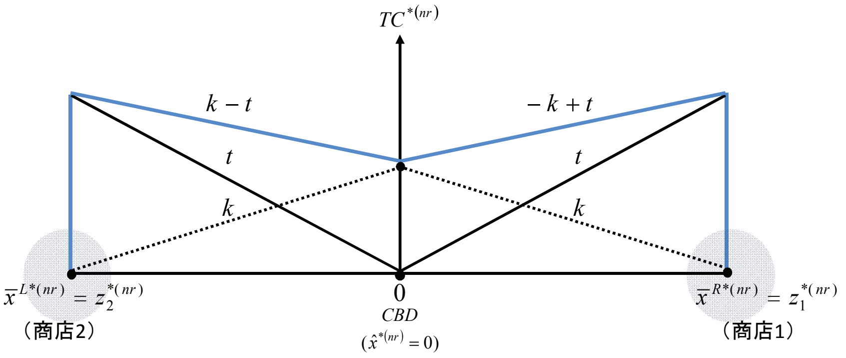

図 13　商店の地代を考慮しない場合の市場均衡における住民の移動費用曲線
($7k^2-2kt-t^2>0$ の場合)

(4) 商店の地代支払いが市場均衡に与える影響

基本モデルにおいての商店の立地均衡（都市境界立地）に地代支払いが与える影響について分析するために，基本モデルと商店の地代支払いを考慮しない場合の市場均衡分析の比較を行う．ここでは，市場均衡分析により導出された両商店ともに都市境界に立地する場合($7k^2-2kt-t^2>0$)の比較を行う．これは，買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に高い場合であり，本研究では，買物難民等の低所得者層や交通弱者の住民の場合を想定しているため，買物移動費用が比較的高い住民であると解釈できるからである．具体的には，市場均衡分析により，導出した都市サイズ・総人口，価格，利潤，総地代，総移動費用の比較を行う．なお，基本モデルの均衡都市が構築されるための可処分所得の条件は，$y>2k(k+t)/(3k+t)$ であり，商店の地代支払いを考慮しない場合の均衡都市が構築されるための可処分所得の条件は，$y>0$ である．　すなわち，基本モデルと商店の地代支払いを考慮しない場合の均衡都市が構築されるための可処分所得の条件は，$y>2k(k+t)/(3k+t)$ である．この可処分所得の条件は，買物費用 k と通勤費用 t に関して増加関数であるため所得 y が十分に大きくないと成立しないことがわかる．

(a) 都市サイズ・総人口の比較

市場均衡の都市サイズ・総人口の比較は，(4-47)，(4-100)式より，以下が与えられる．

$$N^*(=\bar{x}^{R*}-\bar{x}^{L*}) - N^{*(nr)}(=\bar{x}^{R*(nr)}-\bar{x}^{L*(nr)}) = -\frac{4k(k+t)}{2k^2+5kt+t^2} < 0 \quad \left(N^* < N^{*(nr)}\right) \qquad (4\text{-}106)$$

したがって，市場均衡の都市サイズ・総人口は，基本モデルよりも商店の地代支払いを考慮しない場合の方が大きくなっている．

（b）商店の価格の比較

市場均衡の価格の比較は，(4-48)，(4-101)式より，以下が与えられる．

$$p_i^* - p_i^{*(nr)} = \frac{2kt(k+t)}{2k^2+5kt+t^2} > 0 \quad \left(p_i^* > p_i^{*(nr)}\right) \quad (i=1,2) \tag{4-107}$$

したがって，市場均衡の価格は，基本モデルの方が商店の地代支払いを考慮しない場合よりも大きくなっている．

（c）商店の利潤の比較

市場均衡の利潤の比較は，(4-46)，(4-96)式より，以下が与えられる．

$$\pi_i^* - \pi_i^{*(nr)} = \frac{2k(k+t)\left\{2kt(k+t)+(2k^2-kt-t^2)y\right\}}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2}\begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix}0 \quad (i=1,2) \tag{4-108}$$

したがって，市場均衡の利潤の大小は，(4-108)式の以下の条件により，異なってくる．

$$\pi_i^* > \pi_i^{*(nr)} \to y < \frac{2kt(k+t)}{(2k+t)(t-k)} \quad (i=1,2)$$
$$\pi_i^* < \pi_i^{*(nr)} \to y > \frac{2kt(k+t)}{(2k+t)(t-k)} \quad (i=1,2)$$

（2）都市の総地代の比較

市場均衡の都市の総地代の比較は，(4-55)，(4-104)式より，以下が与えられる．

$$TLR^* - TLR^{*(nr)} = \frac{4k\left(k^2-t^2\right)\left(k^2+kt-3ky-ty\right)}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} < 0 \quad \left(TLR^{*(nr)} > TLR^*\right) \tag{4-109}$$

したがって，市場均衡の都市の総地代は，均衡都市が構築されるための可処分所得の条件 $y > 2k(k+t)/(3k+t)$ より，基本モデルよりも商店の地代支払いを考慮しない場合の方が大きくなっている．

（3）都市内の住民の総移動費用の比較

市場均衡の都市内の住民の総移動費用の比較は，(4-57)，(4-105)式より，以下が与えられる．

$$TC^* - TC^{*(nr)} = \frac{4k(k+t)^2\left(k^2+kt-3ky-ty\right)}{\left(2k^2+5kt+t^2\right)^2} < 0 \quad \left(TC^* < TC^{*(nr)}\right) \tag{4-110}$$

したがって，市場均衡の都市内の住民の総移動費用は，均衡都市が構築されるための可処分所得の条件 $y > 2k(k+t)/(3k+t)$ より，基本モデルよりも商店の地代支払いを考慮しない場合の方が大きくなっている．

（5）市場均衡の地代曲線と住民の移動費用曲線

これまでの市場均衡での都市サイズ・総人口，利潤，価格，総地代，総移動費用の比較より，次のように地代曲線，移動費用曲線が表される．なお，地代曲線，移動費用曲線ともに，実線が基本モデルであり，点線が商店の地代支払いを考慮しない場合である．

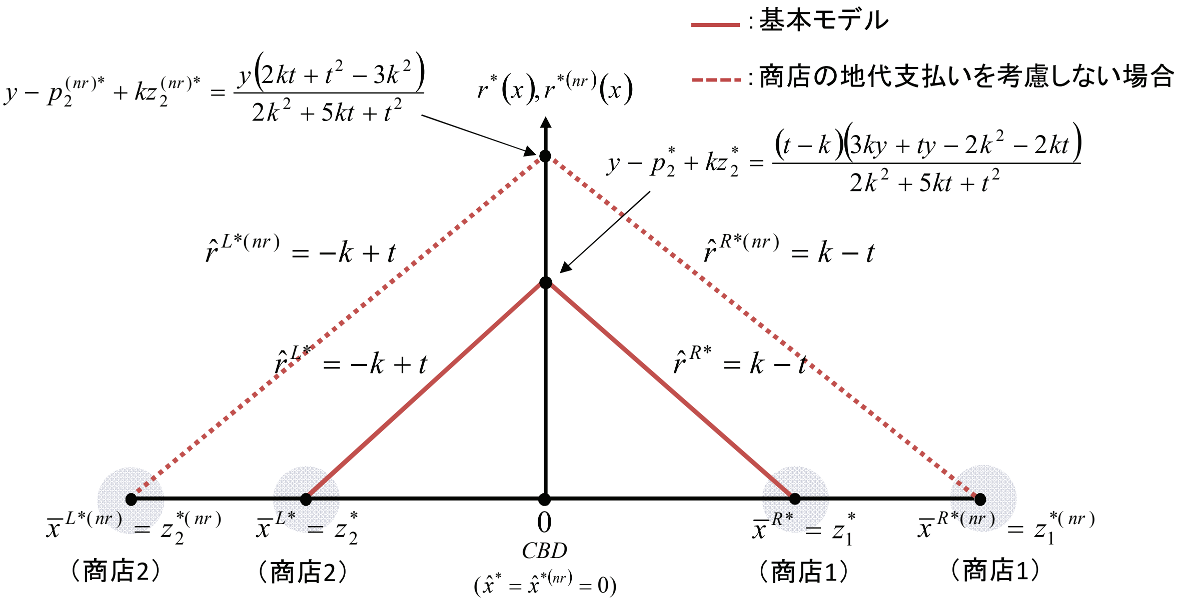

図 14　基本モデルと商店の地代支払いを考慮しない場合の地代曲線の比較

($7k^2 - 2kt - t^2 > 0, y > \frac{2k(k+t)}{3k+t}$ の場合)

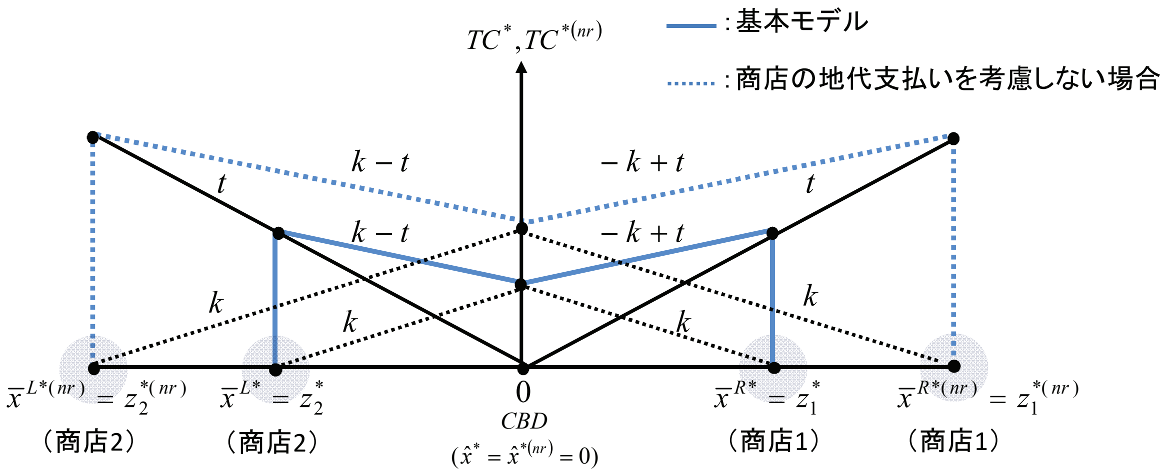

図 15　基本モデルと商店の地代支払いを考慮しない場合の住民の移動費用曲線の比較

($7k^2 - 2kt - t^2 > 0, y > \frac{2k(k+t)}{3k+t}$ の場合)

最後に，市場均衡都市が構築されるための可処分所得が $y > 2k(k+t)/(3k+t)$ の時に，基本モデルと商店の地代支払いを考慮しない場合の比較をまとめたものが表 3 である．

表 3　基本モデルと商店の地代支払いを考慮しない場合の市場均衡の比較

（$7k^2 - 2kt - t^2 > 0, y > \dfrac{2k(k+t)}{3k+t}$ の場合）

	基本モデル		商店の地代支払いを考慮しない場合	
都市サイズ N	N^*	$<$	$N^{*(nr)}$	
価格 $p_i(i=1,2)$	p_i^*	$>$	$p_i^{*(nr)}$	
利潤 $\pi_i(i=1,2)$	π_i^*	$>$	$\pi_i^{*(nr)}$	$\left(y < \dfrac{2kt(k+t)}{(2k+t)(t-k)}\right)$
	π_i^*	$<$	$\pi_i^{*(nr)}$	$\left(y > \dfrac{2kt(k+t)}{(2k+t)(t-k)}\right)$
総地代 TLR^*	TLR^*	$<$	$TLR^{*(nr)}$	
総移動費用 TC^*	TC^*	$<$	$TC^{*(nr)}$	

4.4.4　まとめ

本節では，基本モデルの構築と 2 商店間で行われる複占市場競争における市場均衡の導出を行い，市場均衡の性質を明らかにした．市場均衡分析において第 1 段階で立地競争，第 2 段階で価格競争を行う非協力 2 段階ゲームにより分析を行い，均衡の概念としては部分ゲーム完全均衡を考え，後向き帰納法により立地均衡を導出した．その結果，立地均衡が得られた．その際に示された基本的な性質が以下である．

定理 1．買物移動費用が通勤移動費用に比べて相対的に高い場合，商店間で行われる複占競争による 2 商店の均衡立地は，両商店ともに都市境界であり，0 地代を支払う．その際の都市は対称形であり，地代曲線も対称である．

この市場均衡立地の結果は，両商店は同一価格を設定することにより，消費者の買物移動費用を補っており，両商店は互いに商圏を分け合っていると考えられる．また， Lai and Tsai(2007)の都市に独占的な商店が存在している場合における立地均衡と同様の結果である．しかし，都市の非対称な空間立地構造，非対称な地代形状とは異なった．

均衡立地の都市境界立地は近年の大型商業施設の郊外立地に当てはまると考えられる．買物移動費用が相対的に高い場合には，市場競争による市場均衡にまかせるとお互いの商店がシェアを分け合い，地代が安価な都市境界立地が起こり，都市サイズも大きくなっている可能性がある．そのため，中心付近の住民にとっては移動費用が高くなっている．近年の環境問題や環境負荷の軽減といったコンパクトシティを考慮すると，政府が介入し，住民の移動費用を下げるように商店の立地に立地規制政策を考慮する必要があると考えられる．また，商店の均衡立地の要因として，土地にかかる費用（商店の地代支払い）が CBD よりも都市境界に立地する方が安価であることが影響している可能性があった．そのため，商店の立地均衡に地代支払いが与える影響を分析した．具体的には，商店の地代支払いを考慮しない場合を考え，市場均衡の導出の仕方は基本モデルと同様とし，地代が完全に補助される場合の市場均衡分析を行った．その場合の市場均衡の結果も基本モデルと同様であり，2 つの均衡立地が導出された．したがって，商店の地代支払いの影響により，支

配されているのではなく，市場競争の結果，各商店が戦略的にシェアを分け合っていることが示された．

定型的な Hotelling モデルでは，地代支払いは考慮されていないが，2 商店の立地競争は，両商店が立地空間の中央である CBD に集中立地することが示される．一方，住民の総移動距離を最小化する各商店の立地は $1/4$ と $3/4$ の地点である．しかし，前節で述べたとおり，本研究では，商店の均衡立地は都市境界であり，Hotelling モデルの結果と反している．

4.5 立地規制・地代補助政策が都市厚生に与える影響の分析

4.5.1 概説

本節では，商店の立地に規制がかかる場合の立地規制均衡の導出を行う．我が国では，従来的なスプロールや交通混雑等の政策課題に加えて，近年では大気汚染，地球温暖化等の環境問題が重要な都市政策の課題となっている．そこで，しばしば用いる都市政策にゾーニング（線引き）がある．また，大部分の都市では一般的な規制政策として，都市計画と地区制（土地利用）を法律に制定している．これは，ゾーニングによって土地利用の範囲を定めたりすることで，居住と商業の場所を切り離すために行われる．主な用途・容積規制や区画整理等の土地利用に関する施策は以下である．

表 4 土地利用に関する施策

対象	分野	施策名
土地利用	利用規制	用途･容積等の土地利用規制
	都市開発	区画整理，ニュータウン開発
	課金的手法	固定資産税，事業所税等の税制，補助金
	拠点形成	企業誘致等

4.4 節は政府が介入せず，市場競争により商店の市場均衡立地を導出した．しかし，市場で達成される均衡立地は社会的最適立地を達成できず，市場均衡立地との間に乖離が生じることが考えられる．そのため，本節では，政府が介入し，土地利用計画に関する都市政策の立地規制政策を考え，立地規制が都市の空間立地構造に与える影響を分析する．本研究で用いる立地規制は 2 つある．1 つ目は，政府が地主となり土地を管理し，都市内の総地代収入(TLR)を最大にする場合である．2 つ目は，政府が都市内の住民の総移動費用(TC)を最小にする場合である．このような立地規制均衡分析において第 1 段階で政府が商店の立地点に立地規制を行い，第 2 段階で商店間において価格競争を行う 2 段階ゲームを想定する．均衡の概念としては，市場均衡分析と同様の部分ゲーム完全均衡を考え，第 2 段階で決まるであろう均衡価格を前提として，第 1 段階においては，各商店は政府により立地規制が行われる 4.4 節と同様に，本節も後向き帰納法により分析を行う．本節では，まず，商店の立地に立地規制が行われる場合を考え，立地規制均衡の導出を行う．つぎに，4.3 節で導出した市場で達成される商店の均衡立地と立地規制により導出される立地規制均衡立地の比較を行うことで，非効率性是正のための都市政策について考察を加える．さらに，政府が立地規制をする代わりに地代を完全補助する政策を同時に行った際の立地規制均衡立地の導出を行う．ここで，地代の完全補助政策とは，地代には建物代も含まれると考え，店舗や建物を貸す場合等を想定する．政府が立地規制のみを行う場合と立地規制と地代の完全補助政策を同時に行った場合の比較を行い，2 つの政策のどちらが望ましいかについ

て考察を加える．最後に，本節の結論を簡単にまとめる．

4.5.2　商店の立地に立地規制が行われる場合の分析

立地規制における 2 段階ゲームも 4.4 節と同様に，商店の立地と価格決定に順番を与え，まず，1 段階目の立地規制における立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に，2 段階目の均衡価格が 1 段階目の立地規制均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後向き帰納法（Backward Induction）の考え方を用いる．ここで，第 2 段階の価格競争では，両商店は所定の $z_{ig}\left(i=1,2\right)$に従い，価格競争を行う．第 2 段階目の価格競争における均衡価格は，政府の介入（本研究の場合は商店の立地規制）がない市場競争において決定される価格である．したがって，「4.4.2　基本モデルの構築」の(4-1)～(4-7)式を用いて，商店の利潤最大化問題を(4-16-1)式で与えられる．

$$\max_{p_{ig}} \quad p_{ig}^{*}\cdot\left(\left|\overline{x}_{g}^{k*}-\hat{x}_{g}^{*}\right|\right)-\left(y-p_{ig}^{*}-t\left|z_{ig}\right|\right) \quad \left(i=1,2;k=R,L\right)$$
$$s.t. \quad p_{ig}^{*}\geq 0,0\leq z_{1g}\leq \overline{x}_{g}^{R*},\overline{x}_{g}^{L*}\leq z_{2g}\leq 0 \qquad \text{（再掲）(4-16)}$$

したがって，各商店の利潤を最大にする第 2 段階の均衡価格 $p_{ig}^{*}\left(i=1,2\right)$は，「4.4.2 (2) 第 2 段階価格競争」の(4-27)，(4-28)式が得られる．また，第 2 段階の均衡価格の下での市場分割点 $\hat{x}_{g}^{*}$，都市境界 $\overline{x}_{g}^{R*},\overline{x}_{g}^{L*}$は，それぞれ，(4-29)，(4-30)，(4-31)式により得られる．なお，第 2 段階価格競争における均衡価格 $p_{ig}^{*}\left(i=1,2\right)$，第 2 段階の均衡価格の下での市場分割点 $\hat{x}_{g}^{*}$，第 2 段階の均衡価格の下での都市境界 $\overline{x}_{g}^{R*},\overline{x}_{g}^{L*}$は，2 つの立地規制である政府が都市の総地代収入を最大化する場合と住民の総移動費用を最小化する場合ともに同様である．

$$p_{1g}^{*}\left(z_{1g},z_{2g}\right)=\frac{k\begin{bmatrix}7k^{2}(2+z_{1g}-z_{2g})-t\{-6y+t(-6+z_{1g}+z_{2g})\}\\-2k\{-7y+t(-10+z_{1g}+4z_{2g})\}\end{bmatrix}}{(5k+t)(7k+3k)} \qquad \text{（再掲）(4-27)}$$

$$p_{2g}^{*}\left(z_{1g},z_{2g}\right)=\frac{k\begin{bmatrix}7k^{2}(2+z_{1g}-z_{2g})+t\{6y+t(6+z_{1g}+z_{2g})\}\\+2k\{7y+t(10+4z_{1g}+z_{2g})\}\end{bmatrix}}{(5k+t)(7k+3k)} \qquad \text{（再掲）(4-28)}$$

$$\hat{x}_{g}^{*}(z_{1g}^{*},z_{2g}^{*})=\frac{(7k+t)(z_{1g}^{*}+z_{2g}^{*})}{14k+6t} \qquad \text{（再掲）(4-29)}$$

$$\overline{x}_{g}^{R*}(z_{1g}^{*},z_{2g}^{*})=\frac{\begin{bmatrix}3t^{2}y+7k^{3}(-2+4z_{1g}^{*}+z_{2g}^{*})+kt\{16y+t(-6+4z_{1g}^{*}+z_{2g}^{*})\}\\+k^{2}\{21y+4t(-5+6z_{1g}^{*}+2z_{2g}^{*})\}\end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} \qquad \text{（再掲）(4-30)}$$

$$\overline{x}_{g}^{L*}(z_{1g}^{*},z_{2g}^{*})=\frac{\begin{bmatrix}-3t^{2}y+7k^{3}(2+z_{1g}^{*}+4z_{2g}^{*})+kt\{-16y+t(6+z_{1g}^{*}+4z_{2g}^{*})\}\\+k^{2}\{-21y+4t(5+2z_{1g}^{*}+6z_{2g}^{*})\}\end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)} \qquad \text{（再掲）(4-31)}$$

(1)　立地規制均衡分析

4.5.2 で導出した第 2 段階の均衡価格 $p_{ig}^{*}\left(i=1,2\right)$用いて，立地規制の均衡を求める．ここで，政府が地主となり土地を管理し，第 1 段階の立地をコントロールして都市内の総地代収入(TLR)を最大にする場合と都市内

の住民の総移動費用(TC)を最小にする場合を仮定する．都市の総地代収入および都市内の住民の総移動費用は，それぞれ 4.4 節の(4-54)，(4-56)式より，以下のように表される．

$$
\begin{aligned}
TLR = &\int_0^{\hat{x}} \{y - p_2 - tx - k(x - z_2)\}\, dx + \int_{\hat{x}}^{z_1} \{y - p_1 - tx - k(z_1 - x)\}\, dx \\
&+ \int_{z_1}^{\bar{x}^R} \{y - p_1 - tx - k(x - z_1)\}\, dx + \int_{\bar{x}^L}^{z_2} \{y - p_2 + tx + k(x - z_2)\}\, dx \\
&+ \int_{z_2}^{0} \{y - p_2 + tx + k(z_2 - x)\}\, dx
\end{aligned}
\qquad \text{（再掲）(4-54)}
$$

$$
\begin{aligned}
TC = &\int_0^{\hat{x}} \{tx + k(x - z_2)\}\, dx + \int_{\hat{x}}^{z_1} \{tx + k(z_1 - x)\}\, dx + \int_{z_1}^{\bar{x}^R} \{tx + k(x - z_1)\}\, dx \\
&+ \int_{\bar{x}^L}^{z_2} \{-tx - k(x - z_2)\}\, dx + \int_{z_2}^{0} \{-tx - k(z_2 - x)\}\, dx
\end{aligned}
\qquad \text{（再掲）(4-56)}
$$

(a) **総地代収入最大化の場合**

4.5.2 で導出した第 2 段階の均衡価格 $p_{ig}^*(i=1,2)$ 用いて，立地規制の均衡を求める．ここで，政府が地主となり土地を管理し，第 1 段階の立地をコントロールして都市内の総地代収入(TLR)を最大にする場合を仮定する．都市の総地代収入を 4.4 節の(4-54)式に(4-27)式~(4-31)式までを代入して導出する．導出した $TLR_g^*\left(z_{1g}^*, z_{2g}^*\right)$ を最大化する場合は以下のように与えられる．

$$
\begin{aligned}
&\max_{z_{ig}} \quad TLR_g^*\left(z_{1g}^*, z_{2g}^*\right) \\
&s.t. \quad p_{ig} \geq 0, 0 \leq z_{1g} \leq \bar{x}_g^R, \bar{x}_g^L \leq z_{2g} \leq 0
\end{aligned}
\qquad (5\text{-}1)
$$

この最大化問題を考えると，$\partial^2 TLR_g^* / \partial z_{ig}^2 < 0\,(i=1,2)$ であり，$\partial TLR_g^* / \partial z_{ig} = 0\,(i=1,2)$ で都市内の総地代収入は最大となる．また，ヘッセ行列により，十分条件も満足していることが確認できる．$\partial TLR_g^* / \partial z_{ig}^* = 0 (i=1,2)$ を z_1, z_2 について解くと，自商店の最適反応関数は，相手商店の立地点に対して，一次関数として与えられ，最適反応関数より連立して総地代収入を最大化する各商店の立地点 $z_{ig(TLR)}^*$ が政府によって以下のように決められる．

$$
z_{1g(TLR)}^* = \frac{(3k+t)\left(3ky + ty - 2k^2 - 2kt\right)}{41k^3 64k^2 t + 21kt^2} \qquad (5\text{-}2)
$$

$$
z_{2g(TLR)}^* = -\frac{(3k+t)\left(3ky + ty - 2k^2 - 2kt\right)}{41k^3 64k^2 t + 21kt^2} \qquad (5\text{-}3)
$$

立地規制均衡立地 $z_{ig(TLR)}^*(i=1,2)$ の下での価格，利潤，市場分割点，都市境界，都市サイズ，総地代，総移動費用はそれぞれ以下である．

$$
p_{1g(TLR)}^* = p_{2g(TLR)}^* = \frac{2k(k+t)\{7k^2 + 2t(t+y) + k(11t + 10y)\}}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \qquad (5\text{-}4)
$$

$$
\pi_{1g(TLR)}^* = \pi_{2g(TLR)}^* = \frac{(k+t)(2k^2 + 2kt - 3ky - ty)\begin{Bmatrix} (147k^4 + 241k^3 t + 127k^2 t^2 + 27kt^3 + 2t^4 \\ -200k^3 y - 80k^2 ty - 8kt^2 y) \end{Bmatrix}}{\left(41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)^2} \qquad (5\text{-}5)
$$

$$
\hat{x}_{g(TLR)}^* = 0 \qquad (5\text{-}6)
$$

$$\bar{x}^{R*}_{g(TLR)} = \frac{2(5k+t)(3ky+ty-2k^2-2kt)}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}7)$$

$$\bar{x}^{L*}_{g(TLR)} = -\frac{2(5k+t)(3ky+ty-2k^2-2kt)}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}8)$$

$$N^*_{g(TLR)} = \frac{4(5k+t)(3ky+ty-2k^2-2kt)}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}9)$$

$$TLR^*_{g(TLR)} = \frac{2(2k^2+2kt-3ky-ty)^2}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}10)$$

$$TC^*_{g(TLR)} = \frac{2(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3)(2k^2+2kt-3ky-ty)^2}{\left(41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3\right)^2} \quad (5\text{-}11)$$

(b) **総移動費用最小化の場合**

4.5.2 で導出した第 2 段階の均衡価格 $p^*_{ig}\left(i=1,2\right)$ 用いて，立地規制の均衡を求める．ここで，政府が地主となり土地を管理し，第 1 段階の立地をコントロールして都市内の住民の総移動費用(TC)を最小にする場合を仮定する．都市内の住民の総移動費用は，それぞれ第 4 章の(4-56)式に(4-27 式)~(4-31)式までを代入して導出する．導出した $TC^*_g\left(z^*_{1g}, z^*_{2g}\right)$ を最小化する場合は以下のように与えられる．

$$\min_{z_{ig}} \quad TC^*_g\left(z^*_{1g}, z^*_{2g}\right)$$
$$s.t. \quad p_{ig} \geq 0, 0 \leq z_{1g} \leq \bar{x}^R_g, \bar{x}^L_g \leq z_{2g} \leq 0 \quad (5\text{-}12)$$

この最大化問題を考えると，$\partial^2 TC^*_g / \partial z^2_{ig} > 0\left(i=1,2\right)$ であり，$\partial TC^*_g / \partial z_{ig} = 0\left(i=1,2\right)$ で都市内の住民の総移動費用は最小となる．また，ヘッセ行列により，十分条件も満足していることが確認できる． $\partial TC^*_g / \partial z^*_{ig} = 0(i=1,2)$ を z_1, z_2 について解くと，自商店の最適反応関数は，相手商店の立地点に対して，一次関数として与えられ，最適反応関数より連立して住民の総移動費用を最小化する各商店の立地点 $z^*_{ig(TC)}$ が政府によって以下のように決められる．

$$z^*_{1g(TC)} = \frac{2k(3ky+ty-2k^2-2kt)}{29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}13)$$

$$z^*_{2g(TC)} = -\frac{2k(3ky+ty-2k^2-2kt)}{29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}14)$$

立地規制均衡立地 $z^*_{ig(TC)}\left(i=1,2\right)$ の下での価格，利潤，市場分割点，都市境界，都市サイズ，総地代，総移動費用はそれぞれ以下である．

$$p^*_{1g(TC)} = p^*_{2g(TC)} = \frac{2k\{5k^3+2t^2\left(t+y\right)+k^2\left(16t+7y\right)+kt(13t+11y)\}}{29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (5\text{-}15)$$

$$\pi^*_{1g(TC)} = \pi^*_{2g(TC)} = \frac{(2k^2+2kt-3ky-ty)\left\{\begin{array}{l}(k+t)(75k^5+297k^4t+413k^3t^2+231k^2t^3+52kt^4 \\ +4t^5)-2k\left(7k^2+11kt+2t^2\right)^2 y\end{array}\right\}}{(k+t)\left(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3\right)^2} \tag{5-16}$$

$$\hat{x}^*_{g(TC)} = 0 \tag{5-17}$$

$$\bar{x}^{R*}_{g(TC)} = \frac{\left(7k^2+11kt+2t^2\right)\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)}{(k+t)\left(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3\right)} \tag{5-18}$$

$$\bar{x}^{L*}_{g(TC)} = -\frac{\left(7k^2+11kt+2t^2\right)\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)}{(k+t)\left(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3\right)} \tag{5-19}$$

$$N^*_{g(TC)} = \frac{2\left(7k^2+11kt+2t^2\right)\left(3ky+ty-2k^2-2kt\right)}{(k+t)\left(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3\right)} \tag{5-20}$$

$$TLR^*_{g(TC)} = \frac{(k+2t)\left(41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3\right)\left(2k^2+2kt-3ky-ty\right)^2}{(k+t)\left(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3\right)^2} \tag{5-21}$$

$$TC^*_{g(TC)} = \frac{(k+2t)(2k^2+2kt-3ky-ty)^2}{(k+t)(29k^3+60k^2t+21kt^2+2t^3)} \tag{5-22}$$

（2）市場均衡と立地規制均衡の比較

市場均衡と立地規制均衡の比較を行う．ここでは，市場均衡分析により導出された両商店ともに都市境界に立地する場合($7k^2-2kt-t^2>0$)の比較を行う．具体的には，市場均衡分析により，導出した都市サイズ・総人口，価格，利潤，総地代，総移動費用の比較を行う．なお，基本モデルにおいて均衡都市が構築されるための可処分所得の条件は，$y>2k(k+t)/(3k+t)$であり，立地規制モデルにおいても同様である．この条件は買物費用kと通勤費用tに関して増加関数であるため所得yが十分に大きくないと成立しないことがわかる．表5は市場均衡と立地規制均衡の比較をまとめたものである．

表5　市場均衡と立地規制均衡の比較

	市場均衡分析		立地規制均衡分析（総地代収入最大化）		立地規制均衡分析（総移動費用最小化）
都市サイズ N	N^*	$>$	$N^*_{g(TLR)}$	$>$	$N^*_{g(TC)}$
価格 $p_i(i=1,2)$	p^*_i	$>$	$p^*_{ig(TLR)}$	$>$	$p^*_{ig(TC)}$
利潤 $\pi_i(i=1,2)$	π^*_i	$>$	$\pi^*_{ig(TLR)}$	$>$	$\pi^*_{ig(TC)}$
総地代 TLR	TLR^*	$<$	$TLR^*_{g(TLR)}$	$>$	$TLR^*_{g(TC)}$
総移動費用 TC	TC^*	$>$	$TC^*_{g(TLR)}$	$>$	$TC^*_{g(TC)}$

なお，$\left(TLR^* < TLR^*_{g(TC)}\right)$

表 5 に示すように，立地規制を行うと都市サイズは小さくなり，住民の総移動費用最小化において最も都市のサイズは小さくなる．これは，コンパクトシティのような集約型都市構造を意味していると考えられる．しかし，市場競争による市場均衡は，商店にとって価格を高く設定することができ，利潤も高いことがわかる．したがって，商店は政府による立地規制を望まないと考えられる．また，都市の総地代をその都市の厚生と考えるならば，市場で達成される都市が最も総地代が低いことが示された．したがって，政府が総地代収入を最大化する，あるいは，住民の総移動費用を最小化する立地規制の方が都市もコンパクトになり，都市厚生も高いことがわかる．このように，市場均衡と立地規制均衡の間には乖離が生じていることが示された．図 16 は市場競争均衡と立地規制均衡の地代曲線，移動費用曲線である．

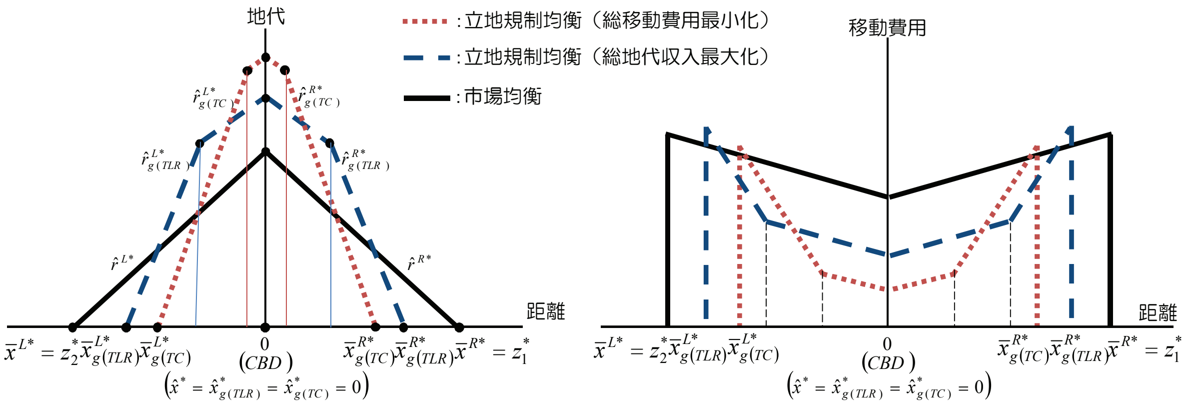

図 16　市場均衡と立地規制均衡の地代曲線・移動費用曲線

4.5.3　商店の立地に立地規制と地代補助が行われる場合の分析

政府が商店の地代支払いを補助して，商店の立地に規制を行う場合を考える．この場合においても 2 段階ゲームにより分析を行う．したがって，本項も 4.5.2 と同様の方法であり，第 2 段階の価格競争では，両商店は所定の $z_{ig}\left(i=1,2\right)$ に従い，価格競争を行う．第 2 段階目の価格競争における均衡価格は，政府の介入（本研究の場合は商店の立地規制）がない市場競争において決定される価格である．したがって，「地代を考慮しない場合の第 2 段階の価格競争」の(4-77)～(4-84)式を用いて，商店の利潤最大化問題を(4-85-1)式で与えられる．

$$
\begin{aligned}
&\max_{p_{ig}} \quad p_{ig}^{*}\cdot\left(\left|\overline{x}_{g}^{k*}-\hat{x}_{g}^{*}\right|\right) \quad \left(i=1,2;k=R,L\right)\\
&s.t. \quad p_{ig}^{*}\geq 0, 0\leq z_{1g}\leq \overline{x}_{g}^{R*}, \overline{x}_{g}^{L*}\leq z_{2g}\leq 0
\end{aligned}
$$

（再掲）(4-85)

したがって，各商店の利潤を最大にする第 2 段階の均衡価格 $p_{ig}^{*}\left(i=1,2\right)$ は，「4.4.3 (2) 第 2 段階価格競争」の(4-77)，(4-78)式が得られる．また，第 2 段階の均衡価格の下での市場分割点 $\hat{x}_{g}^{*}$，都市境界 $\overline{x}_{g}^{R*}, \overline{x}_{g}^{L*}$ は，それぞれ，(4-79)，(4-80)，(4-81)式により得られる．なお，第 2 段階価格競争における均衡価格 $p_{ig}^{*}\left(i=1,2\right)$，第 2 段階の均衡価格の下での市場分割点 $\hat{x}_{g}^{*}$，第 2 段階の均衡価格の下での都市境界 $\overline{x}_{g}^{R*}, \overline{x}_{g}^{L*}$ は，2 つの立地規制である政府が都市の総地代収入を最大化する場合と住民の総移動費用を最小化する場合ともに同様である．

$$p_{1g}^{*(nr)}(z_{1g}^{(nr)},z_{2g}^{(nr)})=\frac{\begin{array}{l}k[7k^2(z_{1g}^{(nr)}-z_{2g}^{(nr)})-t\{-6y+t(z_{1g}^{(nr)}+z_{2g}^{(nr)})\}\\+2k\{7y-t(z_{1g}^{(nr)}+4z_{2g}^{(nr)})\}]\end{array}}{(5k+t)(7k+3k)}\qquad \text{（再掲）(4-77-1)}$$

$$p_{2g}^{*(nr)}\left(z_{1g}^{(nr)},z_{2g}^{(nr)}\right)=\frac{\begin{array}{l}k[7k^2(z_{1g}^{(nr)}-z_{2g}^{(nr)})+t\{6y+t(z_{1g}^{(nr)}+z_{2g}^{(nr)})\}\\+2k\{7y+t(4z_{1g}^{(nr)}+z_{2g}^{(nr)})\}]\end{array}}{(5k+t)(7k+3k)}\qquad \text{（再掲）(4-78-1)}$$

$$\hat{x}_g^{*(nr)}(z_{1g}^{(nr)},z_{2g}^{(nr)})=\frac{(7k+t)(z_{1g}^{(nr)}+z_{2g}^{(nr)})}{14k+6t}\qquad \text{（再掲）(4-79-1)}$$

$$\bar{x}_g^{R*}(z_{1g}^{(nr)},z_{2g}^{(nr)})=\frac{\begin{bmatrix}3t^2y+7k^3(-2+4z_{1g}^{(nr)}+z_{2g}^{(nr)})+kt\{16y+t(-6+4z_{1g}^{(nr)}+z_{2g}^{(nr)})\}\\+k^2\{21y+4t(-5+6z_{1g}^{(nr)}+2z_{2g}^{(nr)})\}\end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)}\qquad \text{（再掲）(4-80-1)}$$

$$\bar{x}_g^{L*}(z_{1g}^{(nr)},z_{2g}^{(nr)})=\frac{\begin{bmatrix}-3t^2y+7k^3(2+z_{1g}^{(nr)}+4z_{2g}^{(nr)})+kt\{-16y+t(6+z_{1g}^{(nr)}+4z_{2g}^{(nr)})\}\\+k^2\{-21y+4t(5+2z_{1g}^{(nr)}+6z_{2g}^{(nr)})\}\end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)}\qquad \text{（再掲）(4-81-1)}$$

（1）地代補助を伴う場合の立地規制均衡分析

4.5.3 で導出した第 2 段階の均衡価格 $p_{ig}^{*(nr)}(i=1,2)$ 用いて，立地規制の均衡を求める．ここで，政府が地主となり土地を管理し，第 1 段階の立地をコントロールして都市内の総地代収入(TLR)を最大にする場合と都市内の住民の総移動費用(TC)を最小にする場合を仮定する．都市の総地代収入および都市内の住民の総移動費用は，それぞれ 4.4 節の(4-54)，(4-56)式より，以下のように表される．

$$\begin{aligned}TLR=&\int_0^{\hat{x}}\{y-p_2-tx-k(x-z_2)\}\,dx+\int_{\hat{x}}^{z_1}\{y-p_1-tx-k(z_1-x)\}\,dx\\&+\int_{z_1}^{\bar{x}^R}\{y-p_1-tx-k(x-z_1)\}\,dx+\int_{\bar{x}^L}^{z_2}\{y-p_2+tx+k(x-z_2)\}\,dx\\&+\int_{z_2}^{0}\{y-p_2+tx+k(z_2-x)\}\,dx\end{aligned}\qquad \text{（再掲）(4-54-1)}$$

$$\begin{aligned}TC=&\int_0^{\hat{x}}\{tx+k(x-z_2)\}dx+\int_{\hat{x}}^{z_1}\{tx+k(z_1-x)\}dx+\int_{z_1}^{\bar{x}^R}\{tx+k(x-z_1)\}dx\\&+\int_{\bar{x}^L}^{z_2}\{-tx-k(x-z_2)\}dx+\int_{z_2}^{0}\{-tx-k(z_2-x)\}dx\end{aligned}\qquad \text{（再掲）(4-56-1)}$$

（a）総地代収入最大化の場合

4.5.3 で導出した第 2 段階の均衡価格 $p_{ig}^{*(nr)}(i=1,2)$ 用いて，立地規制の均衡を求める．ここで，政府が地主となり土地を管理し，第 1 段階の立地をコントロールして都市内の総地代収入(TLR)を最大にする場合を仮定する．都市の総地代収入を 4.4 節の(4-54)式に(4-77)式~(4-81)式までを代入して導出する．導出した $TLR_g^{*(nr)}\left(z_{1g}^{*(nr)},z_{2g}^{*(nr)}\right)$ を最大化する場合は以下のように与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{z_{ig}^{(nr)}}\quad TLR_g^{*(nr)}\left(z_{1g}^{*(nr)},z_{2g}^{*(nr)}\right)\\&s.t.\quad p_i^{(nr)}\geq 0,0\leq z_{ig}^{(nr)}\leq \bar{x}_g^{R(nr)},\bar{x}_g^{L(nr)}\leq z_{2g}^{(nr)}\leq 0\end{aligned}\qquad (5\text{-}23)$$

この最大化問題を考えると，$\partial^2 TLR_g^{*(nr)} / \partial z_{ig}^{(nr)2} < 0 \left(i=1,2\right)$であり，$\partial TLR_g^{(nr)*} / \partial z_{ig}^{(nr)} = 0\left(i=1,2\right)$で都市内の総地代収入は最大となる．また，ヘッセ行列により，十分条件も満足していることが確認できる．$\partial TLR_g^{*} / \partial z_{ig}^{*} = 0 (i=1,2)$を$z_1, z_2$について解くと，自商店の最適反応関数は，相手商店の立地点に対して，一次関数として与えられ，最適反応関数より連立して総地代収入を最大化する各商店の立地点$z_{ig(TLR)}^{*(nr)}$が政府によって以下のように決められる．

$$z_{1g(TLR)}^{*(nr)} = \frac{(3k+t)^2 y}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-24}$$

$$z_{2g(TLR)}^{*(nr)} = -\frac{(3k+t)^2 y}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-25}$$

立地規制均衡立地$z_{ig(TLR)}^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$の下での価格，利潤，市場分割点，都市境界，都市サイズ，総地代，総移動費用はそれぞれ以下である．

$$p_{1g(TLR)}^{*(nr)} = p_{2g(TLR)}^{*(nr)} = \frac{4k(k+t)(5k+t)y}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-26}$$

$$\pi_{1g(TLR)}^{*(nr)} = \pi_{2g(TLR)}^{*(nr)} = \frac{8k(k+t)(3k+t)(5k+t)^2 y^2}{\left(41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)^2} \tag{5-27}$$

$$\hat{x}_{g(TLR)}^{*(nr)} = 0 \tag{5-28}$$

$$\bar{x}_{g(TLR)}^{R*} = \frac{2(3k+t)(5k+t)y}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-29}$$

$$\bar{x}_{g(TLR)}^{L*} = -\frac{2(3k+t)(5k+t)y}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-30}$$

$$N_{g(TLR)}^{*} = \frac{4(3k+t)(5k+t)y}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-31}$$

$$TLR_{g(TLR)}^{*(nr)} = \frac{2(3k+t)^2 y^2}{41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-32}$$

$$TC_{g(TLR)}^{*(nr)} = \frac{2(3k+t)^2 (29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3) y^2}{\left(41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)^2} \tag{5-33}$$

（b）総移動費用最小化の場合

4.5.3 で導出した第 2 段階の均衡価格$p_{ig}^{*(nr)}\left(i=1,2\right)$用いて，立地規制の均衡を求める．ここで，政府が地主となり土地を管理し，第 1 段階の立地をコントロールして都市内の住民の総移動費用(TC)を最小にする場合を仮定する．都市内の住民の総移動費用は，それぞれ 4.4 節の(4-56)式に(4-77)~(4-81)式までを代入して導出する．導出した$TC_g^{*(nr)}\left(z_{1g}^{*(nr)}, z_{2g}^{*(nr)}\right)$を最小化する場合は以下のように与えられる．

$$\min_{z_{ig}^{(nr)}} \quad TC_g^{*(nr)}\left(z_{1g}^{*(nr)}, z_{2g}^{*(nr)}\right)$$
$$s.t. \qquad p_{ig}^{(nr)} \geq 0, 0 \leq z_{1g}^{(nr)} \leq \bar{x}_g^{R(nr)}, \bar{x}_g^{L(nr)} \leq z_{2g}^{(nr)} \leq 0 \tag{5-34}$$

この最小化問題を考えると，$\partial^2 TC_g^{*(nr)} / \partial z_{ig}^{2(nr)} > 0 \left(i = 1, 2\right)$ であり，$\partial TC_g^{*(nr)} / \partial z_{ig}^{(nr)} = 0 \left(i = 1, 2\right)$ で都市内の住民の総移動費用は最小となる．また，ヘッセ行列により，十分条件も満足していることが確認できる．$\partial TC_g^{*(nr)} / \partial z_{ig}^{*(nr)} = 0 (i = 1, 2)$ を z_{1g}, z_{2g} について解くと，自商店の最適反応関数は，相手商店の立地点に対して，一次関数として与えられ，最適反応関数より連立して住民の総移動費用を最小化する各商店の立地点 $z_{ig(TC)}^{*}$ が政府によって以下のように決められる．

$$z_{1g(TC)}^{*(nr)} = \frac{2k\left(3k + t\right)y}{29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-35}$$

$$z_{2g(TC)}^{*(nr)} = -\frac{2k(3k + t)}{29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-36}$$

立地規制均衡立地 $z_{ig(TC)}^{*}\left(i = 1, 2\right)$ の下での価格，利潤，市場分割点，都市境界，都市サイズ，総地代，総移動費用はそれぞれ以下である．

$$p_{1g(TC)}^{*(nr)} = p_{2g(TC)}^{*(nr)} = \frac{2k\left(7k^2 + 11kt + 2t^2\right)y}{29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3} \tag{5-37}$$

$$\pi_{1g(TC)}^{*(nr)} = \pi_{2g(TC)}^{*(nr)} = \frac{2k(3k + t)\left(7k^2 + 11kt + t^2\right)y^2}{\left(k + t\right)\left(29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)^2} \tag{5-38}$$

$$\hat{x}_{g(TC)}^{*(nr)} = 0 \tag{5-39}$$

$$\bar{x}_{g(TC)}^{R*(nr)} = \frac{(21k^3 + 40k^2 t + 17kt^2 + 2t^3)y}{\left(29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)\left(k + t\right)} \tag{5-40}$$

$$\bar{x}_{g(TC)}^{L*(nr)} = -\frac{(21k^3 + 40k^2 t + 17kt^2 + 2t^3)y}{\left(29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)\left(k + t\right)} \tag{5-41}$$

$$N_{g(TC)}^{*(nr)} = \frac{2(21k^3 + 40k^2 t + 17kt^2 + 2t^3)y}{\left(29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)\left(k + t\right)} \tag{5-42}$$

$$TLR_{g(TC)}^{*(nr)} = \frac{\left(3k + t\right)^2\left(k + 2t\right)\left(41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)y^2}{\left(k + t\right)\left(29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)^2} \tag{5-43}$$

$$TC_{g(TC)}^{*(nr)} = \frac{\left(3k + t\right)^2\left(k + 2t\right)y^2}{\left(k + t\right)\left(29k^3 + 60k^2 t + 21kt^2 + 2t^3\right)} \tag{5-44}$$

（2）立地規制均衡と地代補助を伴う立地規制均衡の比較

基本モデルの立地規制均衡と地代補助を伴う立地規制均衡の比較を行う．図 17 は基本モデルの立地規制均衡と地代補助を伴う立地規制均衡の地代曲線，移動費用曲線を表したものである．

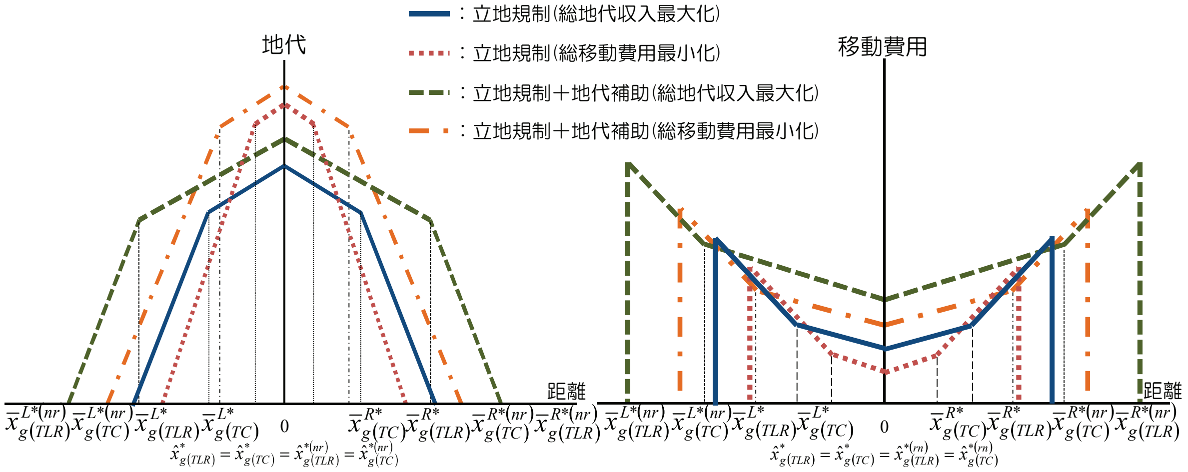

図 17　立地規制均衡と地代補助を伴う立地規制均衡の地代曲線・移動費用曲線

図 17 に示すように，地代補助を伴う立地規制を行うと立地規制のみの場合よりも総地代収入が高くなり，都市厚生が上昇することがわかる．また，商店にとっても立地規制のみより地代補助を伴う立地規制の方が利潤が高くなることが示された．このことより，地代を免除するとともに都市内への立地に規制することが最も望ましいことがわかる．しかし，都市住民の総移動費用は都市サイズの上昇に伴い，増加することがわかる．したがって，地代補助を伴う立地規制を行う場合には，都市サイズの上昇を加味する必要があることが示された．

4.6　4 章のまとめ

市場均衡立地は，両商店が同一価格を設定することにより，消費者の買物移動費用を補っており，両商店は互いに商圏を分け合っていると考えられる．また，これは Lai and Tsai(2008)の都市に独占的な商店が存在している場合における立地均衡と同様の結果である．しかし，都市の非対称な空間立地構造，非対称な地代形状とは異なった．

均衡立地における都市境界立地は，近年の大型商業施設の郊外立地に当てはまると考えられる．買物移動費用が相対的に高い場合には，市場競争による市場均衡にまかせるとお互いの商店がシェアを分け合い，地代が安価な都市境界立地が起こり，都市サイズも大きくなっている可能性がある．そのため，中心付近の住民にとっては移動費用が高くなっている．近年の環境問題や環境負荷の軽減といったコンパクトシティを考慮すると，政府が介入し，住民の移動費用を下げるように商店の立地に立地規制政策を考慮する必要があると考えられる．また，商店の均衡立地の要因として，土地にかかる費用（商店の地代支払い）が CBD よりも都市境界に立地する方が安価であることが影響している可能性があった．そのため，商店の立地均衡に地代支払いが与える影響を分析した．具体的には，商店の地代支払いを考慮しない場合を考え，市場均衡の導出の仕方は基本モデルと同様とし，地代が完全に補助される場合の市場均衡分析を行った．その場合の市場均衡の結果も基本モデルと同様であり，2 つの均衡立地が導出された．したがって，商店の地代支払いの影響

により，支配されているのではなく，市場競争の結果，各商店が戦略的にシェアを分け合っていることが示された．

定型的な Hotelling モデルでは，地代支払いは考慮されていないが，2 商店の立地競争は，両商店が立地空間の中央である CBD に集中立地することが示される．一方，住民の総移動距離を最小化する各商店の立地は 1/4 と 3/4 の地点である．しかし，前節で述べたとおり，本研究では，商店の均衡立地は都市境界であり，Hotelling モデルの結果と反している．

政府が立地規制を行う場合は，立地規制のみの場合よりも補助金政策と立地規制を同時に行った方が都市厚生が高くなる．地代支払いを免除するかわりに CBD 近辺に規制することが望ましい．

第 4 章　参考文献

総務省統計局，「人口推計月報」，2010.

内閣府，「高齢者の住宅と生活環境に関する意識調査結果」，2005.

笹井かおり，「「買い物難民」問題~その現状と解決に向けた取り組み~」，経済産業委員会調査室，2010.

総務省法令データ提供システム，「大規模小売店舗立地法」（平成 10 年 6 月 3 日法令第 91 号）
http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/strsearch.cgi

総務省法令データ提供システム，「中心市街地活性化法」（平成 10 年 6 月 3 日法令第 92 号）
http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/strsearch.cgi

総務省法令データ提供システム，「都市計画法」（平成 10 年 6 月 3 日法令第 93 号）
http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/strsearch.cgi

山川充夫，「大型店立地と商店街再構築」，八朔社，2004.

中村良平・田淵隆俊，「都市と地域の経済学」，有斐閣アルマ，pp.103-104，1996.

ロバート・ギボンズ「経済学のためのゲーム理論入門」，創文社，pp.21-23，1995.

佐々木公明・文世一，「都市経済学の基礎」，有斐閣アルマ，2000.

山田浩之，「地域経済入門」，有斐閣アルマ，2002

武隈愼一，「ミクロ経済学　増補版」，新世社，2003.

西村和雄，「現代経済学入門　ミクロ経済学」，岩波書店，2000.

西村和雄，「経済数学早わかり」，日本評論社，1982.

西村和雄，「ミクロ経済学入門　第 2 版」，岩波書店，1995.

西村和雄，「入門経済学ゼミナール」，実務教育出版，1990.

塩沢修平，「経済学・入門　第 2 版」，有斐閣アルマ，2009

松原宏　，「経済地理学　立地・地域・都市の理論」，東京大学出版会，2006.

松原宏　，「立地論入門」古今書院，2004.

宮尾尊弘，「現代都市経済学　第 2 版」，日本評論社，2003.

金本良嗣，「都市経済学」，東洋経済新報社，1997.

フィリップ・マッカン，「都市・地域の経済学」，日本評論社，2008.

上田孝行，「Excel で学ぶ地域・都市経済分析」，コロナ社，2010.

福山敬　,「「生鮮コンビニ」と郊外スーパーマーケットの競争が都市住宅立地に与える影響に関する分析」,

応用地域学会第 19 回研究発表会配布資料，2005.
総務省，中心市街地の活性化に関する行政評価・監視，http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/pdf/040915 11.pdf
河野達仁,「道路整備が商業立地に与える影響とその便益計測方法」, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.1, pp.76-87, 2007.
Lai, F-C. and Tsai, J-F,「Simplified Alonso-Mills-Muth model with a monopoly Vendor」, Journal of Urban Economics 63，pp.536-543，2008.
菅野厚　,「航空会社間の運賃・運航間隔競争モデル　-ホテリング問題を応用して-」筑波大学大学院博士課程，システム情報工学研究科修士論文，2007.
西田喜平次，「医療施設の空間的競争：弾力的な需要と Bertrand 複占競争の場合」，筑波大学大学院博士課程，システム情報工学研究科修士論文，2003.
安藤直人，「高齢者の住替え費用を考慮した商業競争下の住宅立地分析」，鳥取大学大学院博士前期課程，社会開発システム工学専攻修士論文，2008.
藤宮雄太，「輸送費用と買物費用を考慮した都市商業施設の戦略的立地に関する分析」，鳥取大学大学院博士前期課程，社会開発システム工学専攻修士論文，2008.
木村潤　，「人口減少が都市内公共施設の再立地方策に与える影響に関する分析」，鳥取大学工学部社会開発システム工学科卒業論文，2010.
Lai, F-C. David Merriman and Tsai, J-F,「Urban Configurations with a Monopoly Vendor and Two Cities」，2010.

第５章　商業施設の逐次的な市場参入が都市構造に与える影響に関する分析

5.1　はじめに

都市構造と商業の立地問題には密接な関係があると考えられ，商業施設の立地は都市政策の一つとして捉えることができる．本章では，商業の立地がどのような市場メカニズムに基づいて起こっているのか，また，商業の立地が都市構造および都市厚生に与える影響について，都市経済モデルを用いた理論的分析を行う．

理論的な背景としては，Lai and Tsai(2011)等は Alonso 型都市モデルに複占商業競争モデルを取り込むことで商業競争が都市の空間立地構造に与える影響を分析しており，市場に複占商店が同時に参入し競争すると仮定されている．しかし，都市内の市場に商店が同時に参入するということは稀であり，多くの場合，商店は逐次的に市場に参入すると考えられる．

そこで本章では，Alonso 型都市モデルに複占商店による Hotelling 型立地価格競争モデルを組み込んだ都市経済モデルを構築し，商店の市場への参入のタイミングを逐次的にすることで市場均衡と都市の空間立地構造に与える影響を明らかにする．さらに，商業施設の立地規制分析を行うことで，非効率な都市構造を是正するための都市政策について考察を加える．

5.2　閉鎖都市モデル分析

5.2.1　概説

本節では閉鎖都市を仮定したモデルの構築及び分析を行う．まずモデルの基本設定を行い，続いて市場均衡分析を行う．市場均衡分析において，2 商店間で行われる複占競争は第 1 段階で立地競争，第 2 段階で価格競争の非協力 2 段階ゲームで分析を行う．均衡の概念としては部分ゲーム完全均衡を考え，第 1 段階立地競争では第 2 段階価格競争で決まるであろう均衡価格を前提とし，各商店は自己の利潤が最大になるように立地を決定する．すなわち，後向き帰納法により均衡の導出を行う．また，本研究では商店の逐次的な都市参入に焦点を当てているため，第 1 段階の立地競争では，都市内に先に参入する商店（先導商店）は，後から参入する商店（追随商店）の立地戦略を予期したうえで自己の利潤が最大となるように立地を行う．

5.2.2　モデルの基本設定

（1）都市構造について

1 次元の単一中心都市を考え，中心業務地区（Central Business District:以下，CBD と記述）を座標 0 とし，CBD の右側を正，左側を負とする．また，CBD は面積をもたない点である．閉鎖都市の仮定をおくことにより他地域との人口移動は考えず，各家計は土地を利用し，財を消費することで効用を最大にするものとする．このとき，都市住民の効用は内生的に決定されることになる．都市サイズについては外生的に $2l$（CBD を中心とし，左右に l ずつ）を与える．座標 l は都市の右側の境界であり，座標 $-l$ は都市の左側の境界である．$[-l, l]$ の都市内には住民が一様に分布しており，土地はすべて不在地主が所有しているとする．

（2）家計について

全ての住民は必ず CBD に通勤を行い，同一の収入 y を得る．通勤の際には単位移動距離当たり t の通勤費用が発生するため，CBD から距離 x の地点の住民は $t \cdot x$ の線形通勤費用を支払わなければならない．都市には 1 種類の同質な財が存在し，全ての住民は商店からのみ財の購入が可能であるとする．全ての住民は必ず 1 回買物のために商店に行くとし，買物の際には単位移動距離当たり k の買物移動費用が発生するため，CBD から距離 x の地点の住民には $k \cdot |x - z_i| \quad (i = 1, 2)$ の買物費用が発生する．住民の財需要は価格に対して非弾力的であり，価格に関らずその需要は 1 とする．また，住民は財の販売価格（以下，mill 価格）に商店までの買物費用を加えた価格（以下，c.i.f 価格）が最も小さくなる商店で財を購入する．通勤移動費用と買物移動費用の関係には $t > k$ を仮定する．これは，ある一定期間において通勤頻度の方が買物頻度よりも高いと考えられるためである．各家計は商店から供給される財の消費と土地の利用による効用を最大にするものとする．

（3）商店について

都市には同質な財を供給する 2 商店が存在するとし，それぞれ商店 1，商店 2 と呼ぶ．簡略化のため，都市内の 2 商店は生産費用（固定費用および限界費用）をゼロで財を供給できると仮定する．商店の立地点については，商店 1 の立地点を z_1，商店 2 の立地点を z_2 とする．各商店の立地可能範囲については，一般性を失うことなく商店 1 は都市の左側（$z_1 < 0$），商店 2 は都市内のあらゆる地点に立地可能であるとする．また，都市内には商店 1 が先に参入し，後に商店 2 が参入するとする．つまり，第 1 段階の立地競争において商店 1 は先導商店，商店 2 は追随商店となる．商店間で行われる複占的な競争を Hotteling 型の段階空間競争モデルの枠組みで考えた場合，第 1 段階において立地競争，第 2 段階で価格競争の非協力 2 段階ゲームを行うことになる．第 2 段階の価格競争において，各商店が操作可能な変数は，財の mill 価格 $p_i \ (i = 1, 2)$ である．2 商店は，各々の立地点 $z_i \ (i = 1, 2)$ で線形都市上に一様に分布している潜在的顧客の獲得を目指して各々の利潤が最大となるように mill 価格 $p_i \ (i = 1, 2)$ を設定する．このとき，先導商店である商店 1 は，追随商店である商店 2 の立地戦略を予期したうえで自己の利潤が最大となる立地点の決定を行う．

（4）都市構造を表現する図について

図 1 は閉鎖都市分析で用いられる都市構造を表したものである．横軸は都市の大きさを表しており，座標 0 は CBD，座標 l と $-l$ はそれぞれ都市の右端と左端を表している．縦軸は商店の財価格に商店までの買物費用を加えた価格（c.i.f 価格）を表しており，各地点の住民が財を購入する際に直面する費用を表している．座標 $\bar{z}$ は，住民が商店 1 で財を購入するときの c.i.f 価格と，商店 2 で財を購入するときの c.i.f 価格が等しくなる消費者の立地点を示している．単位通勤移動費用が単位買物移動費用よりも高い（$t > k$）という仮定から，図 1 において t の傾きは k の傾きに比べてより急である．

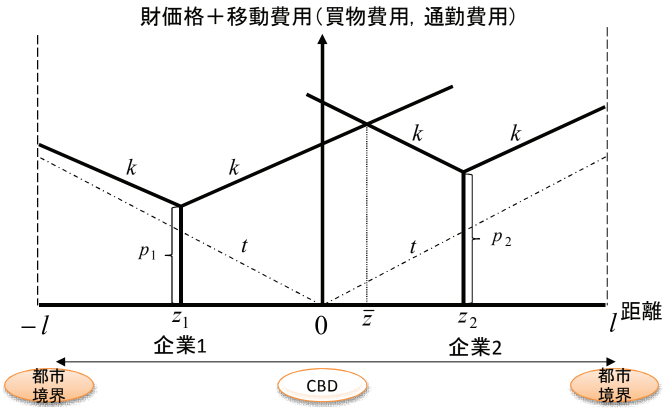

図 1　閉鎖都市での都市構造

（5）付け値について

図 2 は，閉鎖都市での付け値曲線を表している．ここでは，商店 1 と商店 2 がそれぞれ，$-l \le z_1 \le 0$，$0 \le z_2 \le l$ に立地しているもとで，mill 価格 p_i $(i=1,2)$ を設定している．均衡において，都市内では同質な家計は全て効用が等しくなり，この効用を達成するという条件のもとで家計が最大限支払える地代は家計の付け値と呼ばれる．本分析では閉鎖都市を仮定しているため，人口（都市サイズ）を外生的に与える必要がある．そのため，農業地代をゼロと仮定しても都市境界での付け値はゼロとはならない．

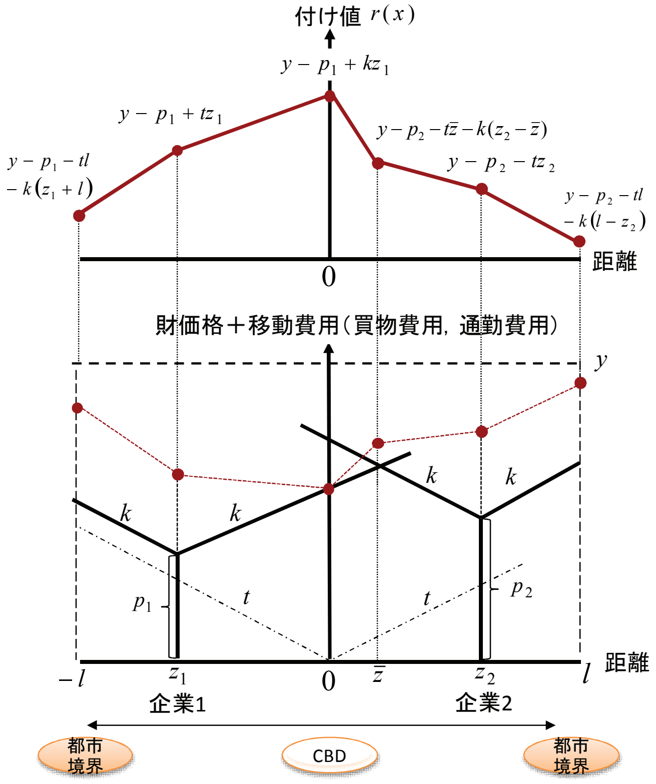

図 2　閉鎖都市モデルでの付け値曲線

5.2.3　閉鎖都市モデルの構築

本項では閉鎖都市モデルの構築を行う．本分析では商店の立地に関して，追随商店である商店 2 は都市内のあらゆる地点に立地可能と仮定している．つまり，市場均衡分析では商店 2 が商店 1 よりも左側に立地す

る場合と，右側に立地する場合の両方を分析する必要がある．しかし，商店 2 が商店 1 よりも左側に立地するとき，商店 1 は可能な限り都市の左側に立地することで商店 2 のシェアを奪い，それによって商店 2 は極端に低い利潤しか得られないことが考えられる．つまり，商店 2 は都市の左半分に立地すると仮定され，均衡では商店 1 と少なくとも同じか，あるいは右側に立地すると考えられる．よって本分析では，商店 2 がとりうる立地点については $z_1 \le z_2 \le l$ として分析を行う．

消費者がどちらの商店から財を購入しても，その c.i.f 価格（商店財価格+買物費用）が無差別となる立地点である市場分割点 $\bar{z}$ （$z_1 \le \bar{z} \le z_2$）は，消費者の買物費用を $k \cdot |x - z_i|$ $(i = 1, 2)$ とすると，以下の式で与えられる．

$$p_2 + k(\bar{z} - z_2) = p_1 + k(z_1 - \bar{z}) \tag{2-1}$$

(2-1)式を $\bar{z}$ について解くと，(2-2)式となる．

$$\bar{z} = \frac{p_1 - p_2 + kz_1 + kz_2}{2k} \tag{2-2}$$

市場分割点 $\bar{z}$ よりも左側の住民は商店 1 から財を購入し，右側の住民は商店 2 から財の購入を行う．すなわり，商店 1 のシェアは $\bar{z} - (-l)$，商店 2 のシェアは $l - \bar{z}$ で表され，以下のように与えられる．

$$\bar{z} - (-l) = \frac{p_1 - p_2 + k(z_1 + z_2 + 2l)}{2k} \tag{2-3}$$

$$l - \bar{z} = \frac{-p_1 + p_2 + k(2l - z_1 - z_2)}{2k} \tag{2-4}$$

このとき商店 1 の利潤 π_1 および商店 2 の利潤 π_2 は以下のように与えられる．

$$\pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2) = p_1 \times \{\bar{z} - (-l)\} = \frac{p_1\{-p_1 + p_2 + k(2l + z_1 + z_2)\}}{2k} \tag{2-5}$$

$$\pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2) = p_2 \times (l - \bar{z}) = \frac{p_2\{p_1 - p_2 - k(-2l + z_1 + z_2)\}}{2k} \tag{2-6}$$

5.2.4　市場均衡分析

各商店は利潤を最大にする価格，立地を決めるに当たり，場合によっては相手商店のシェアを全て奪い去る戦略（以下，Under Cutting 戦略）が最適となる場合がある．これは，相手商店の価格が高い場合に，相手商店と似たような価格設定でシェアを分け合うよりも，全住民にとって低価格となるほど極端に低い価格を設定する戦略である．このような Under Cutting 戦略の存在により，利潤関数は価格に関して非単峰型となる．

Under Cutting 戦略が行われるとき，各商店の価格は周期的（cyclic）あるいは破滅的価格（つまりゼロ価格）となり，均衡が存在しない．このような状況が生じやすいのは，商店間の距離が十分に近いときである．し

かし，本研究では簡略化のため Under Cutting 戦略を両商店の戦略として考慮せず，市場分割点 $\bar{z}$ が都市内に必ず存在する場合についての分析を行う．つまり，Under Cutting 戦略は，商店がその価格・立地戦略としてとらないと考える．

2 段階ゲームでは価格競争，立地競争に順番を与える．これは，立地変数に比べて価格変数は変動がより頻繁に起こりうるという理解による．まず 1 段階目の立地競争における立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に 2 段階目の均衡価格が 1 段階目の均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後ろ向き帰納法（Backward Induction）の考え方を用いる．また，本研究では商店の逐次的な都市参入に焦点を当てているため，第 1 段階の立地競争では，先導商店である商店 1 は追随商店である商店 2 の立地戦略を予期して自店の立地戦略の決定行う．すなわち，まず先導商店の立地変数を所与としたときの追随商店の立地戦略の導出を行い，続いてその追随商店の立地戦略をもとに先導商店が自店の利潤を最大にできる立地点を探るという後ろ向き帰納法の考えをここでも用いる．

（1）第 2 段階価格競争

第 1 段階の立地競争の後に第 2 段階の価格競争が起こるという逐次競争を想定し，はじめに 1 段階目の変数である立地を所与としたときの 2 段階目の価格競争を考える．両商店の立地を所与とし，市場分割点が都市内に必ず存在するときの各商店の価格競争の利潤関数は，「5.2.3 閉鎖都市モデルの構築」で導出したように以下となる．

$$\pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2) = p_1 \times \{\bar{z} - (-l)\} = \frac{p_1\{-p_1 + p_2 + k(2l + z_1 + z_2)\}}{2k} \qquad \text{(再掲)(2-5)}$$

$$\pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2) = p_2 \times (l - \bar{z}) = \frac{p_2\{p_1 - p_2 - k(-2l + z_1 + z_2)\}}{2k} \qquad \text{(再掲)(2-6)}$$

両商店の立地を所与とし，第 2 段階の価格をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店 1 および商店 2 の価格に関する利潤最大化問題は，それぞれ(2-7)，(2-8)式で与えられる．

$$\max_{p_1} \quad \pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2) = p_1 \cdot \{\bar{z} - (-l)\}$$
$$\text{s.t.} \quad p_1, p_2 \geq 0,\ -l \leq z_1 \leq 0, \quad z_1 \leq z_2 \leq l \qquad \text{(2-7)}$$

$$\max_{p_2} \quad \pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2) = p_2 \cdot (l - \bar{z})$$
$$\text{s.t.} \quad p_1, p_2 \geq 0,\ -l \leq z_1 \leq 0, \quad z_1 \leq z_2 \leq l \qquad \text{(2-8)}$$

(2-7)，(2-8)式より，各商店の利潤関数の価格に関する一階微分と二階微分は(2-9)式から(2-12)式となる．

$$\frac{\partial \pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2)}{\partial p_1} = \frac{2kl - 2p_1 + p_2 + kz_1 + kz_2}{2k} \qquad \text{(2-9)}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2)}{\partial p_1^2} = -\frac{1}{k} \quad (<0) \tag{2-10}$$

$$\frac{\partial \pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2)}{\partial p_2} = \frac{2kl + p_1 - p_2 - kz_1 - kz_2}{2k} \tag{2-11}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2)}{\partial p_2^2} = -\frac{1}{k} \quad (<0) \tag{2-12}$$

各商店の利潤関数（(2-7)・(2-8)式）をみると，それぞれ自店の価格に関して二次関数となっている．また，(2-10)，(2-12)式から二階微分が負であることがわかる．両商店にとって利潤を最大にする価格は，一時的に相手商店の価格を固定して考えれば，(2-7)，(2-8)式がそれぞれ自店の価格に関して二次関数となっていることからその頂点として与えられる．したがって，この場合の極大値は$\partial\pi_i/\partial p_i$ $(i=1,2)$を解くことで，各商店の利潤は最大となる．(2-9)，(2-11)式より各商店の最適反応関数 p_i^{best} $(i=1,2)$が導出される．

$$\frac{\partial \pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2)}{\partial p_1} = \frac{2kl - 2p_1 + p_2 + kz_1 + kz_2}{2k} = 0$$

$$\Rightarrow \quad p_1^{best}(p_2, z_1, z_2) = \frac{1}{2}\{p_2 + k(2l + z_1 + z_2)\} \tag{2-13}$$

$$\frac{\partial \pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2)}{\partial p_2} = \frac{2kl + p_1 - p_2 - kz_1 - kz_2}{2k} = 0$$

$$\Rightarrow \quad p_2^{best}(p_1, z_1, z_2) = \frac{1}{2}\{p_1 + k(2l - z_1 - z_2)\} \tag{2-14}$$

式をみてわかるように，商店の最適反応価格は，相手商店の価格に対して 1 次関数となることがわかる．この状況を図示したものが図 3 となる．

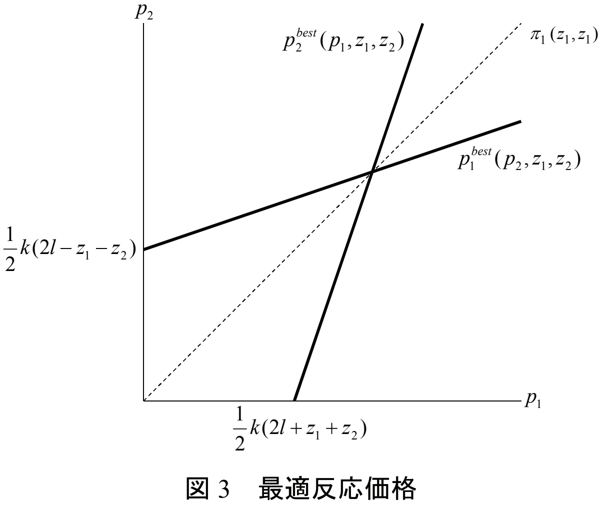

図 3　最適反応価格

図 3 を見てわかるように，両商店の第 2 段階での価格関数は，両商店の最適反応関数の交点となる．地点z_1，

z_2に立地する各商店の利潤を最大にする第 2 段階の価格（以降，価格関数と呼ぶ）は，(2-13)，(2-14)式を連立されて，以下のように得られる．

$$p_1(z_1, z_2) = \frac{1}{3}k(6l + z_1 + z_2) \tag{2-15}$$

$$p_2(z_1, z_2) = \frac{1}{3}k(6l - z_1 - z_2) \tag{2-16}$$

価格関数(2-15)，(2-16)を市場分割点（2-2）式に代入すると(2-17)式となる．

$$\bar{z}(z_1, z_2) = \frac{z_1 + z_2}{2} \tag{2-17}$$

また，価格関数(2-15)，(2-16)を利潤関数(2-5)，(2-6)式に代入することにより，第 2 段階で導出した価格関数のもとでの商店の利潤は以下となる．

$$\pi_1(z_1, z_2) = \frac{1}{18}k(6l + z_1 + z_2)^2 \tag{2-18}$$

$$\pi_2(z_1, z_2) = \frac{1}{18}k(-6l + z_1 + z_2)^2 \tag{2-19}$$

（2）第 1 段階立地競争

2 段階目の価格関数を用いて，各商店の立地戦略の分析を行う．本分析では商店 1（先導商店）と商店 2（追随商店）が逐次的に都市内に参入し立地するため，まず商店 1 の立地を所与としたときの商店 2 の立地戦略の分析を行い，続いて，導出した商店 2 の立地戦略を基に商店 1 の立地戦略の導出を行うという逆向き帰納法の考えを用いる．商店 2 の立地戦略の導出を行う際，先に都市に立地している商店 1 の立地点については$\bar{z}_1$として分析を行う．

（a）追随商店の立地戦略分析

商店 1 の立地を所与（$\bar{z}_1$）としたとき，商店 2 の利潤関数は(2-20)式となる．

$$\pi_2(\bar{z}_1, z_2) = \frac{1}{18}k(-6l + \bar{z}_1 + z_2)^2 \tag{2-20}$$

ここで，商店 2 は第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店 2 の利潤最大化問題は(2-21)式で与えられる．

$$\begin{aligned} &\max_{z_2} \quad \pi_2(\bar{z}_1, z_2) = p_2 \cdot (l - \bar{z}) \\ &\text{s.t.} \quad p_1, p_2 \geq 0,\ -l \leq \bar{z}_1 \leq 0, \quad \bar{z}_1 \leq z_2 \leq l \end{aligned} \tag{2-21}$$

(2-21)式より，商店 2 の利潤関数(2-20)式の立地点による一階微分と二階微分はそれぞれ次のように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_2(\bar{z}_1, z_2)}{\partial z_2} = \frac{1}{9}k(-6l + \bar{z}_1 + z_2) \tag{2-22}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2(\bar{z}_1, z_2)}{\partial z_2^2} = \frac{k}{9} \quad (>0) \tag{2-23}$$

商店 2 の利潤最大化問題について考える．商店 2 の利潤関数（(2-20)式）をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(2-23)式から $\partial \pi_2^2 / \partial z_2^2 > 0$ であるため，利潤を最大にできる商店 2 の立地点は端点解であることがわかる．ここで，商店 2 の利潤関数が極値をとるとき（関数の最低点）の立地点 $z_2^{\min}$ を導出すると，$\partial \pi_2 / \partial z_2 = 0$ より(2-24)式となる．

$$\begin{aligned} &\frac{\partial \pi_2(\bar{z}_1, z_2)}{\partial z_2} = \frac{1}{9}k(-6l + \bar{z}_1 + z_2) = 0 \\ \Rightarrow \quad &z_2^{\min} = 6l - \bar{z}_1 \end{aligned} \tag{2-24}$$

(2-20)，(2-23)，(2-24)式より，商店 2 の利潤関数の形状を図示すると，図 4 となる．

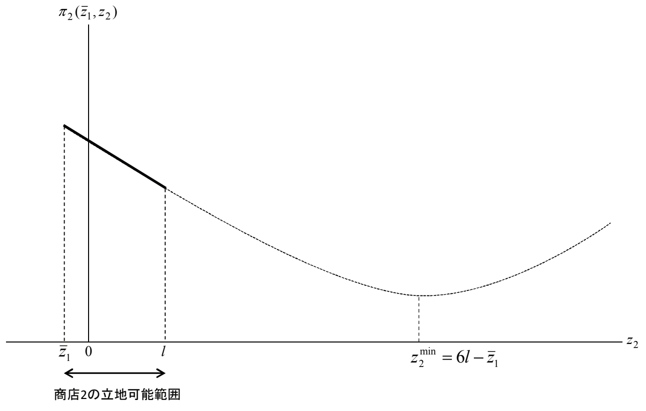

図 4　商店 2 の利潤関数

図 4 をみると，利潤関数の最低点 $z_2^{\min}$ は $z_1 \leq 0$ であることから必ず $l < z_2^{\min}$ となることが分かる．また，商店 2 の立地可能な範囲は $z_1 \leq z_2 \leq l$ であることから，商店 2 が利潤を最大に出来る立地点は，$z_2 = \bar{z}_1$ となることがわかる．

以上より，商店 2 は商店 1 に近接立地することで自店の利潤を最大にし，これが商店 2 の立地戦略となる．商店 1 は，この商店 2 の立地戦略を予期したうえで自店の利潤が最大となるように立地点のコントロールを行う．

(b) 先導商店の立地戦略分析

商店 2（追随者）の立地戦略をもとに，商店 1（先導者）の立地戦略の分析を行う．商店 1 も商店 2 と同様に，第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大にすると仮定すると，商店 1 の利潤最大化問題は(2-25)

式で与えられる.

$$\max_{z_2} \quad \pi_1(z_1, z_2) = p_1 \cdot \{\bar{z} - (-l)\}$$
$$\text{s.t.} \quad p_1, p_2 \geq 0,\ -l \leq \bar{z}_1 \leq 0, \quad z_1 \leq z_2 \leq l, \quad z_1 = z_2 \tag{2-25}$$

ここで，商店 2 は商店 1 に近接立地（$z_2 = z_1$）するので，商店 1 の利潤関数（(2-18)式）に $z_2 = z_1$ を代入すると(2-26)式となる.

$$\pi_1(z_1, z_1) = \frac{2}{9}k(3l + z_1)^2 \tag{2-26}$$

(2-25)式より，商店 1 の利潤関数(2-26)式の立地点による一階微分と二階微分はそれぞれ次のように与えられる.

$$\frac{\partial \pi_1(z_1, z_1)}{\partial z_1} = \frac{4}{9}k(3l + z_1) \tag{2-27}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1(z_1, z_1)}{\partial z_1^2} = \frac{4}{9}k \quad (>0) \tag{2-28}$$

商店 1 の利潤最大化問題について考える．商店 1 の利潤関数（(2-26)式）をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(2-23)式から $\partial \pi_1^2 / \partial z_1^2 > 0$ であるため，利潤を最大にできる商店 1 の立地点は端点解であることがわかる．ここで，商店 1 の利潤関数が極値をとるとき（関数の最低点）の立地点 $z_2^{\min}$ を導出すると，$\partial \pi_1 / \partial z_1 = 0$ より(2-29)式となる.

$$\frac{\partial \pi_1(z_1, z_1)}{\partial z_1} = \frac{2}{9}k(3l + z_1)^2 = 0$$
$$\Rightarrow \qquad z_1^{\min} = -3l \tag{2-29}$$

(2-26)，(2-28)，(2-29)式より商店 1 の利潤関数の形状を図示すると，図 5 となる.

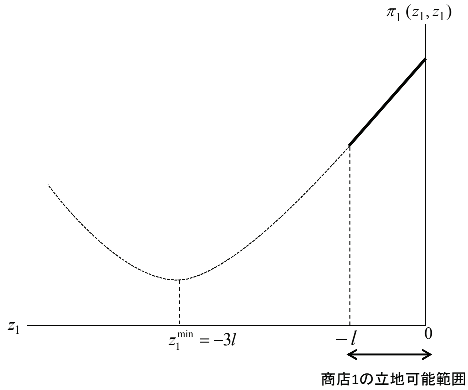

図 5　商店 1 の利潤関数

図 5 みると，利潤関数の最低点 $z_1^{\min}=-3l$ は必ず $z_1^{\min}<-l$ となることが分かる．また，商店 1 立地可能な範囲は $-l\le z_1\le 0$ であることから，商店 1 利潤を最大に出来る立地点は， $z_1=0$ となることがわかる．

以上より，均衡において商店 1 は CBD（$z_1^*=0$）に立地し，商店 2 は商店 1 近接立地することから，商店２も同様に CBD（$z_2^*=0$）に立地する．各商店の均衡立地点 z_i^* $(i=1,2)$ を価格関数(2-15)，(2-16)式に代入することにより，各商店の均衡価格 p_i^* $(i=1,2)$ はそれぞれ以下のように導出することができる．

$$p_1^*=2kl \tag{2-30}$$
$$p_2^*=2kl \tag{2-31}$$

また，各商店の均衡利潤 π_i^* $(i=1,2)$ は，利潤関数(2-18)，(2-19)式に均衡立地点 z_i^* $(i=1,2)$ を代入することにより，それぞれ以下のようになる．

$$\pi_1^*=2kl^2 \tag{2-32}$$
$$\pi_2^*=2kl^2 \tag{2-33}$$

以上より，均衡商店立地を図示すると図 6 となる．

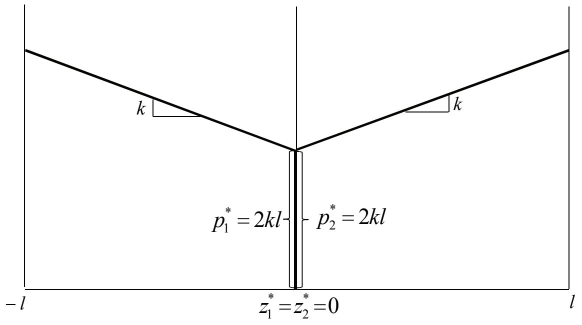

図 6　閉鎖都市モデルの均衡商店立地

5.2.5　まとめ

本節では，閉鎖都市モデルの基本設定およびモデルの構築，市場均衡分析を行った．市場均衡分析では第 1 段階の立地競争，第 2 段階の価格競争を非協力 2 段階ゲームにより分析を行い，均衡の概念としては部分ゲーム完全均衡を考え，逆向き帰納法により均衡立地点および均衡価格の導出を行った．また，第 1 段階の立地競争では，商店の逐次的な都市内参入をいう本研究の特徴を考慮し，先導商店（商店 1）と追随商店（商店 2）の立地戦略についても順番を与え，逆向き帰納法により導出を行った．結果，均衡では両商店がともに都市の中心（CBD）に立地し，同一の価格を設定するという結果が得られた．これは，両商店が市場での集客力を求めた結果であり，一般的な Hotelling の同時立地モデルで得られる中央集積立地（minimum differenciation）と同様の結果である．

5.3　開閉都市モデル分析

5.3.1　概説

本節では開放都市を仮定したモデルの構築及び分析を行う．まずモデルの基本設定を行い，続いて市場均衡分析を行う．市場均衡分析では 5.2 節の閉鎖都市モデルと同様に，2 商店間で行われる複占競争は第 1 段階で立地競争，第 2 段階で価格競争の非協力 2 段階ゲームを想定する．均衡の概念としては部分ゲーム完全均衡を考え，第 1 段階立地競争では第 2 段階価格競争で決まるであろう均衡価格を前提とし，各商店は自己の利潤が最大になるように立地を決定する．すなわち，後向き帰納法により均衡の導出を行う．また，本研究では商店の逐次的な都市参入に焦点を当てているため，第 1 段階の立地競争では，都市内に先に参入する商店（先導商店）は，後から参入する商店（追随商店）の立地戦略を予期したうえで自己の利潤が最大となるように立地を行う．

5.3.2　モデルの基本設定

（1）都市構造について

1 次元の単一中心都市を考え，CBD を座標 0 とし，CBD の右側を正，CBD の左側を負とする．また CBD は面積をもたない点である．開放都市の仮定をおくことにより他地域との人口移動は完全に自由であると仮定する．このとき都市住民の効用水準は（他地域の住民の効用水準に等しくなるため）外生的に与えられ，都市内で均衡として決定されるのは都市内の人口となる．座標 x^R $(x^R > 0)$ は都市の右側の境界であり，座標 x^L $(x^L < 0)$ は都市の左側の境界である．$[x^L, x^R]$ の都市内には住民が一様に分布しており，$x^R - x^L$ は都市サイズおよび都市内の総人口 N を表している．土地はすべて不在地主が所有しているとし，付け値の理論に従い土地供給者は最も高い付け値を提示した家計に土地を供給する．

（2）家計について

全ての住民は必ず CBD に通勤し，同一の収入 y を得る．通勤の際には単位移動距離当たり t の通勤費用が発生するため，CBD から距離 x の地点の住民は $t \cdot x$ の線形通勤費用を支払わなければならない．都市には 1 種類の同質な財が存在し，全ての住民は商店からのみ財の購入が可能であるとする．全ての住民は必ず 1 回買物のために商店に行くとし，買物の際には単位移動距離当たり k の買物移動費用が発生するため，CBD から距離 x の地点の住民には $k \cdot |x - z_i|$ $(i = 1,2)$ の買物費用が発生する．住民の財需要は価格に対して非弾力的であり，価格に関らずその需要は 1 とする．また，住民は財の販売価格（以下，mill 価格）に商店までの買物費用を加えた価格（以下，c.i.f 価格）が最も小さくなる商店で財を購入する．通勤移動費用と買物移動費用の関係には $t > k$ を仮定する．これは，ある一定期間において通勤頻度の方が買物頻度よりも高いと考えられるためである．各家計は商店から供給される財の消費と土地を利用することで効用を最大にするとする．

（3）商店について

都市には同質な財を供給する 2 商店が存在するとし，それぞれ商店 1，商店 2 と呼ぶ．簡略化のため，都市内の 2 商店は生産費用（固定費用および限界費用）をゼロで財を供給できると仮定する．商店の立地点については，商店 1 の立地点を z_1，商店 2 の立地点を z_2 とする．各商店の立地可能範囲は，一般性を失うことなく商店 1 は都市の左側（$z_1 < 0$），商店 2 は都市内のあらゆる地点に立地可能であるとする．また，都市内には商店 1 が先に参入し，後に商店 2 が参入するとする．つまり，第 1 段階の立地競争において商店 1 は先

導商店，商店 2 は追随商店となる．商店間で行われる複占的な競争を Hotelling 型の段階空間競争モデルの枠組みで考えた場合，第 1 段階において立地競争，第 2 段階で価格競争の非協力 2 段階ゲームを行うことになる．第 2 段階の価格競争において，各商店が操作可能な変数は，財の mill 価格 p_i $(i=1,2)$ である．2 商店は，各々の立地点 z_i $(i=1,2)$ で線形都市上に一様に分布している潜在的顧客の獲得を目指して各々の利潤が最大となるように mill 価格 p_i $(i=1,2)$ を設定する．このとき，先導商店である商店 1 は，追随商店である商店 2 の立地戦略を予期したうえで自己の利潤が最大となる立地点の決定を行う．

（4）都市構造を表現する図について

図 7 は開放都市分析で用いられる都市構造を表したものである．横軸は都市の大きさを表しており，座標 0 は CBD，座標 x^R と x^L はそれぞれ都市の右端と左端を表している．縦軸は商店の財価格に商店までの買物費用を加えた価格（c.i.f 価格）を表しており，各地点の住民が財を購入する際に直面する費用を表している．座標 $\bar{z}$ は，住民が商店 1 で財を購入するときの c.i.f 価格と，商店 2 で財を購入するときの c.i.f 価格が等しくなる消費者の立地点を示している．単位通勤移動費用が単位買物移動費用よりも高い（$t>k$）という仮定から，図 7 において t の傾きは k の傾きに比べてより急とすることで表現している．

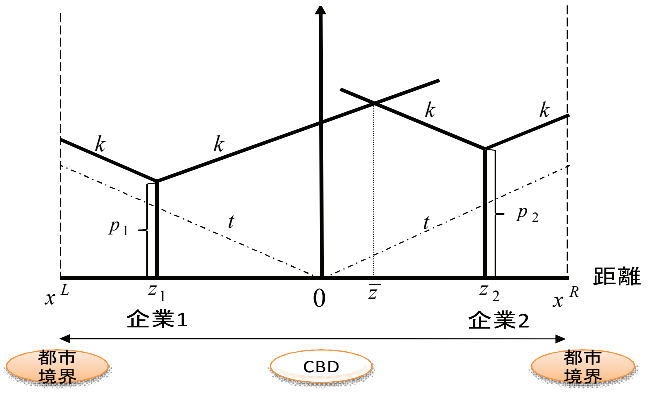

図 7　開放都市モデルの都市構造

（5）付け値について

図 8 は，開放都市での付け値曲線を表している．ここでは，商店 1 と商店 2 がそれぞれ，$x^L \le z_1 \le 0$，$0 \le z_2 \le x^R$ に立地しているもとで，mill 価格 p_i $(i=1,2)$ を設定している．均衡において，都市内では同質な家計は全て効用が等しくなり，この効用を達成するという条件のもとで家計が最大限支払える地代は家計の付け値と呼ばれる．しかし，全ての住民の財需要と土地需要は非弾力的に 1 であり，効用水準は財需要と土地需要ともに一定量となることより固定される．したがって，本研究では従来の開放都市の仮定である外生的な効用水準 $\bar{u}$ は必要ない．また，左側，右側の都市境界 x^L，x^R の付け値は農業地代と等しい値にならなければならない．農業地代をゼロとおけば，都市境界の付け値はゼロであると仮定される．

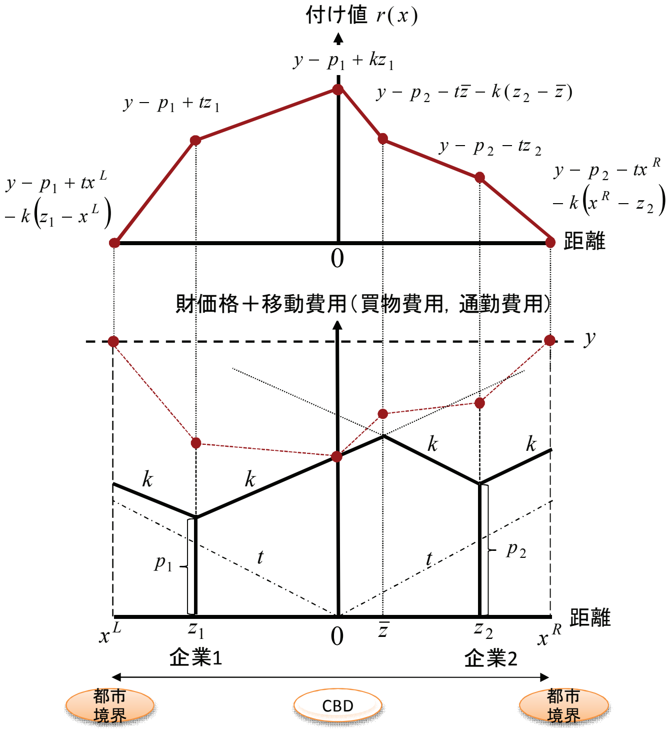

図 8　開放都市モデルでの付け値曲線

5.3.3　開放都市モデルの構築

本項では開放都市モデルの構築を行う．本分析では商店の立地に関して，追随商店である商店 2 は都市内のあらゆる地点に立地可能と仮定している．つまり，市場均衡分析では商店 2 が商店 1 よりも左側に立地する場合と，右側に立地する場合の両方を分析する必要がある．しかし，商店 2 が商店 1 よりも左側に立地するとき，商店 1 は可能な限り都市の左側に立地することで商店 2 のシェアを奪い，それによって商店 2 は極端に低い利潤しか得られないことが考えられる．つまり，商店 2 は都市の左半分に立地すると仮定され，均衡では商店 1 と同じか，あるいはよりも右側に立地すると考えられる．よって本分析では，商店 2 がとりうる立地点については $z_1 \le z_2 \le x^R$ として分析を行う．

消費者がどちらの商店から財を購入しても，その c.i.f 価格（商店財価格+買物費用）が無差別となる立地点である市場分割点 $\bar{z}$（$z_1 \le \bar{z} \le z_2$）は，消費者の買物費用を $k \cdot |x - z_i|$　$(i = 1, 2)$ とすると，以下の式で与えられる．

$$p_2 + k(\bar{z} - z_2) = p_1 + k(z_1 - \bar{z}) \tag{3-1}$$

(3-1)式を $\bar{z}$ について解くと，(3-2)式となる．

$$\bar{z} = \frac{p_1 - p_2 + kz_1 + kz_2}{2k} \tag{3-2}$$

農業地代をゼロと仮定すれば，都市境界 x^L，x^R では以下の式が成立する．

$$y - p_1 + tx^L - k(z_1 - x^L) = 0 \tag{3-3}$$

$$y - p_2 - tx^R - k(x^R - z_2) = 0 \tag{3-4}$$

(3-3)，(3-4)式をそれぞれ x^L， x^R について解くことにより，(3-5)，(3-6)式が与えられる．

$$x^R = \frac{-p_2 + y + kz_2}{k+t} \tag{3-5}$$

$$x^L = \frac{p_1 - y + kz_1}{k+t} \tag{3-6}$$

(3-5)，(3-6)式より，都市サイズは(3-7)式で表される．また，住民のロットサイズを 1 と仮定していることから，都市内の総人口 N も同様に(3-7)式で表される．

$$N = x^R - x^L = \frac{-(p_1 + p_2) + 2y - k(z_1 - z_2)}{k+t} \tag{3-7}$$

市場分割点 $\bar{z}$ よりも左側の住民は商店 1 から財を購入し，右側の住民は商店 2 から財の購入を行う．すなわり，商店 1 のシェアは $\bar{z} - x^L$，商店 2 のシェアは $x^R - \bar{z}$ で表され，以下のように与えられる．

$$\bar{z} - x^L = \frac{(-p_1 + p_2)t + k^2(-z_1 + z_2) + k(-3p_1 + p_2 + 2y + tz_1 + tz_2)}{2k(k+t)} \tag{3-8}$$

$$x^R - \bar{z} = \frac{(p_1 - p_2)t + k^2(-z_1 + z_2) + k(p_1 - 3p_2 + 2y - tz_1 - tz_2)}{2k(k+t)} \tag{3-9}$$

このとき商店 1 の利潤 π_1 および商店 2 の利潤 π_2 は以下のように与えられる．

$$\begin{aligned}\pi_1(p_1, p_2, z_1, z_2) &= p_1 \times \{\bar{z} - (-l)\} \\ &= -\frac{p_1\left\{(p_1 - p_2)t + k^2(z_1 - z_2) + k(3p_1 - p_2 - 2y - tz_1 - tz_2)\right\}}{2k(k+t)}\end{aligned} \tag{3-10}$$

$$\begin{aligned}\pi_2(p_1, p_2, z_1, z_2) &= p_2 \times (l - \bar{z}) \\ &= -\frac{p_2\left\{(-p_1 + p_2)t + k^2(z_1 - z_2) + k(-p_1 + 3p_2 - 2y + tz_1 + tz_2)\right\}}{2k(k+t)}\end{aligned} \tag{3-11}$$

5.3.4 市場均衡分析

各商店は利潤を最大にする価格，立地を決めるに当たり Under Cutting 戦略が最適となる場合があるが，5.2

節の閉鎖都市モデル分析と同様，本節で行う開放都市モデル分析においても Under Cutting 戦略は商店の価格・立地戦略としてとらないと考える．

2 段階ゲームでは価格競争，立地競争に順番を与える．これは，立地変数に比べて価格変数は変動が起こることにより，まず 1 段階目の立地競争における立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に 2 段階目の均衡価格が 1 段階目の均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後ろ向き帰納法の考え方を用いる．また本研究では商店の逐次的な都市参入に焦点を当てているため，第 1 段階の立地競争では，先導商店である商店 1 は追随商店である商店 2 の立地戦略を予期して自店の立地戦略の決定行う．すなわち，まず先導商店の立地変数を所与としたときの追随商店の立地戦略の導出を行い，続いてその追随商店の立地戦略をもとに先導商店が自店の利潤を最大にできる立地点を探るという後ろ向き帰納法の考えをここでも用いる．

（1）第 2 段階価格競争

第 1 段階の立地競争の後に第 2 段階の価格競争が起こるという逐次競争を想定し，はじめに 1 段階目の変数である立地を所与としたときの 2 段階目の価格競争を考える．両商店の立地を所与とし，市場分割点が都市内に必ず存在するときの各商店の価格競争の利潤関数は，「開放都市モデルの構築」で導出したように以下となる．

$$\begin{aligned}\pi_1(p_1,p_2,z_1,z_2) &= p_1\times\{\bar{z}-(-l)\}\\ &=-\frac{p_1\{(p_1-p_2)t+k^2(z_1-z_2)+k(3p_1-p_2-2y-tz_1-tz_2)\}}{2k(k+t)}\end{aligned} \qquad \text{(再掲)(3-10)}$$

$$\begin{aligned}\pi_2(p_1,p_2,z_1,z_2) &= p_2\times(l-\bar{z})\\ &=-\frac{p_2\{(-p_1+p_2)t+k^2(z_1-z_2)+k(-p_1+3p_2-2y+tz_1+tz_2)\}}{2k(k+t)}\end{aligned} \qquad \text{(再掲)(3-11)}$$

両商店の立地を所与とし，第 2 段階の価格をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店 1 および商店 2 の価格に関する利潤最大化問題は，それぞれ(3-12)，(3-13)式で与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{p_1} \quad \pi_1(p_1,p_2,z_1,z_2)=p_1\cdot(\bar{z}-x^L)\\ &\text{s.t.} \quad p_1,p_2\geq 0, \quad x^L\leq z_1\leq 0, \quad x^L\leq z_2\leq x^R\end{aligned} \qquad \text{(3-12)}$$

$$\begin{aligned}&\max_{p_2} \quad \pi_2(p_1,p_2,z_1,z_2)=p_2\cdot(x^R-\bar{z})\\ &\text{s.t.} \quad p_1,p_2\geq 0, \quad x^L\leq z_1\leq 0, \quad x^L\leq z_2\leq x^R\end{aligned} \qquad \text{(3-13)}$$

(3-12)，(3-13)式より，各商店の利潤関数の価格に関する一階微分と二階微分は(3-14)式から(3-16)式となる．

$$\frac{\partial \pi_1(p_1,p_2,z_1,z_2)}{\partial p_1}=\frac{(-2p_1+p_2)t+k^2(-z_1+z_2)+k(-6p_1+p_2+2y+tz_1+tz_2)}{2k(k+t)} \tag{3-14}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{1(p_1,p_2,z_1,z_2)}}{\partial p_1^2}=-\frac{3k+t}{k^2+kt} \quad (<0) \tag{3-15}$$

$$\frac{\partial \pi_2(p_1,p_2,z_1,z_2)}{\partial p_2}=\frac{(p_1-2p_2)t+k^2(-z_1+z_2)+k(p_1-6p_2+2y-tz_1-tz_2)}{2k(k+t)} \tag{3-16}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2(p_1,p_2,z_1,z_2)}{\partial p_2^2}=-\frac{3k+t}{k^2+kt} \quad (<0) \tag{3-17}$$

各商店の利潤関数（(3-10)・(3-11)式）をみると，それぞれ自店の価格に関して二次関数となっている．また，(3-15)，(3-17)式から二階微分が負であることがわかる．両商店にとって利潤を最大にする価格は，一時的に相手商店の価格を固定して考えれば，(3-10)，(3-11)式がそれぞれ自店の価格に関して二次関数となっていることからその頂点として与えられる．したがって，この場合の極大値は$\partial\pi_i/\partial p_i$ $(i=1,2)$を解くことで各商店の利潤は最大となる．(3-14)，(3-16)式より各商店の最適反応関数p_i^{best} $(i=1,2)$が導出される．

$$\frac{\partial \pi_1(p_1,p_2,z_1,z_2)}{\partial p_1}=0$$

$$\Rightarrow \quad p_1^{best}(p_2,z_1,z_2)=\frac{p_2t+k^2(-z_1+z_2)+k\{p_2+2y+t(z_1+z_2)\}}{2(3k+t)} \tag{3-18}$$

$$\frac{\partial \pi_2(p_1,p_2,z_1,z_2)}{\partial p_2}=0$$

$$\Rightarrow \quad p_2^{best}(p_1,z_1,z_2)=\frac{p_1t+k^2(-z_1+z_2)+k\{p_1+2y-t(z_1+z_2)\}}{2(3k+t)} \tag{3-19}$$

式をみてわかるように，商店の最適反応価格は，相手商店の価格に対して 1 次関数となることがわかる．この状況を図示したものが図 9 となる．

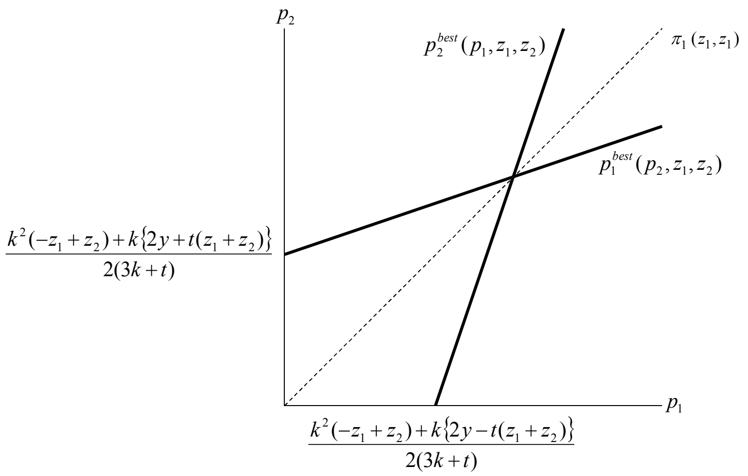

図 9　最適反応価格

図 9 を見てわかるように，両商店の第 2 段階での価格関数は，両商店の最適反応関数の交点となる．地点 z_1，z_2 に立地する各商店の利潤を最大にする第 2 段階の価格関数は，(3-18)，(3-19)式を連立して，以下のように得られる．

$$p_1(z_1,z_2)=\frac{k\left[-7k^2(z_1-z_2)+t\{6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{7y+t(z_1+4z_2)\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \tag{3-20}$$

$$p_2(z_1,z_2)=-\frac{k\left[7k^2(z_1-z_2)+t\{-6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{-7y+t(4z_1+z_2)\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \tag{3-21}$$

価格関数(3-20)，(3-21)を市場分割点（3-2）式に代入すると(3-22)式となる．

$$\bar{z}(z_1,z_2)=\frac{(7k+t)(z_1+z_2)}{14k+6t} \tag{3-22}$$

価格関数(3-20)，(3-21)を(3-5)，(3-6)式に代入することにより，第 2 段階での都市境界 x^L，x^R はそれぞれ以下のように導出できる．

$$x^L(z_1,z_2)=\frac{-3t^2y+7k^3(4z_1+z_2)+k^2\{-21y+8t(3z_1+z_2)\}+kt\{-16y+t(4z_1+z_2)\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3} \tag{3-23}$$

$$x^R(z_1,z_2)=\frac{3t^2y+7k^3(z_1+4z_2)+k^2\{21y+8t(z_1+3z_2)\}+kt\{16y+t(z_1+4z_2)\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3} \tag{3-24}$$

したがって，都市サイズおよび総人口は次のように導出できる．

$$N(z_1,z_2)=\frac{(3k+t)\{2y-k(z_1-z_2)\}}{5k^2+6kt+t^2} \tag{3-25}$$

価格関数(3-20)，(3-21)を利潤関数(3-10)，(3-11)式に代入することにより，第 2 段階で導出した価格関数のもとでの商店の利潤は以下となる．

$$\pi_1(z_1,z_2)=\frac{k(3k+t)\left[-7k^2(z_1-z_2)+t\{6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{7y+t(z_1+4z_2)\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-26}$$

$$\pi_2(z_1,z_2)=\frac{k(3k+t)\left[7k^2(z_1-z_2)+t\{-6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{-7y+t(4z_1+z_2)\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-27}$$

（2）第 1 段階立地競争

2 段階目の価格関数を用いて，各商店の立地戦略の分析を行う．本分析では商店 1（先導商店）と商店 2（追随商店）が逐次的に都市内に参入し立地するため，まず商店 1 の立地を所与としたときの商店 2 の立地戦略

の分析を行い，続いて，導出した商店 2 の立地戦略を基に商店 1 の立地戦略の導出を行うという逆向き帰納法の考えを用いる．商店 2 の立地戦略の導出を行う際，先に都市に立地している商店 1 の立地点については $\bar{z}_1$ として分析を行う．

（a）追随商店の立地戦略

商店 1 の立地を所与（$\bar{z}_1$）としたとき，商店 2 の利潤関数は(3-28)式となる．

$$\pi_2(\bar{z}_1, z_2) = \frac{k(3k+t)\left[7k^2(\bar{z}_1 - z_2) + t\{-6y + t(\bar{z}_1 + z_2)\} + 2k\{-7y + t(4\bar{z}_1 + z_2)\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \tag{3-28}$$

ここで，商店 2 は第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店 2 の利潤最大化問題は(3-29)式で与えられる．

$$\begin{aligned} &\max_{z_2} \quad \pi_2(\bar{z}_1, z_2) = p_2 \cdot (x^R - \bar{z}) \\ &\text{s.t.} \quad p_1, p_2 \ge 0, \quad x^L \le \bar{z}_1 \le 0, \quad \bar{z}_1 \le z_2 \le x^R \end{aligned} \tag{3-29}$$

(3-29)式より，商店 2 の利潤関数(3-28)式の立地点による一階微分と二階微分はそれぞれ次のように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_2(\bar{z}_1, z_2)}{\partial z_2} = \frac{\begin{bmatrix} k(3k+t)(-7k^2 + 2kt + t^2)\left[7k^2(\bar{z}_1 - z_2) + \right. \\ \left. t\{-6y + t(\bar{z}_1 + z_2)\} + 2k\{-7y + t(4\bar{z}_1 + z_2)\}\right] \end{bmatrix}}{(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \tag{3-30}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2(\bar{z}_1, z_2)}{\partial z_2^2} = \frac{k(3k+t)(-7k^2 + 2kt + t^2)^2}{(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)} \quad (>0) \tag{3-31}$$

商店 2 の利潤最大化問題について考えよう．商店 2 の利潤関数（(3-28)式）をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(3-31)式から $\partial \pi_2^2 / \partial z_2^2 > 0$ であるため，利潤を最大にできる商店 2 の立地点は端点解であることがわかる．したがって，商店 2 の利潤関数 $\pi_2(\bar{z}_1, z_2)$ の z_2 に $\bar{z}_1$， x^R を代入し，端点解の比較を行うことで商店 2 の立地戦略について分析を行う．

$$\pi_2(\bar{z}_1, x^R) \begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix} \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1) \Rightarrow \begin{cases} \text{商店 2 は右端境界に立地する} \\ \text{商店 2 は商店 1 に近接立地する} \end{cases}$$

商店 2 が右端境界に立地するときの x^R は， $z_2 = x^R$ を z_2 について解くことで(3-32)式のように与えられる．

$$z_2 = x^R \quad \Leftrightarrow \quad z_2(\bar{z}_1) = \frac{3t^2 y + 7k^3 \bar{z}_1 + kt(16y + t\bar{z}_1) + k^2(21y + 8t\bar{z}_1)}{7k^3 + 33k^2 t + 21kt^2 + 3t^3} \tag{3-32}$$

商店 2 が x^R に立地するときの利潤は，商店 2 の利潤関数 $\pi_2(\bar{z}_1, z_2)$ の z_2 に(3-32)式を代入することで(3-33)式のように導出できる．

$$z_2(\bar{z}_1, x^R) = \frac{3t^2 y + 7k^3 \bar{z}_1 + kt(16y + t\bar{z}_1) + k^2(21y + 8t\bar{z}_1)}{7k^3 + 33k^2 t + 21kt^2 + 3t^3} \tag{3-33}$$

商店 2 が，商店 1 に近接立地するときの利潤は，利潤関数 $\pi_2(\bar{z}_1, z_2)$ の z_2 に $\bar{z}_1$ を代入することで(3-34)式のように導出できる．

$$\pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1) = \frac{2k(3k+t)(-7ky - 3ty + 5kt\bar{z}_1 + t^2\bar{z}_1)^2}{(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \tag{3-34}$$

(3-33)式と(3-34)式を比較するため，その差をとると，以下が得られる．

$$\pi_2(\bar{z}_1, x^R) - \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1) =$$

$$\frac{\begin{bmatrix} k(3k+t)(7k^2 - 2kt - t^2)\left\{3t^2(-y + t\bar{z}_1) + 4kt(-4y + 5t\bar{z}_1) + k^2(-21y + 25t\bar{z}_1)\right\}\left\{-7k^4(49y - 45t\bar{z}_1)\right. \\ \left. +3t^4(-11y + 3t\bar{z}_1) + 2kt^3(-157y + 59t\bar{z}_1) + 4k^2t^2(-283y + 127t\bar{z}_1) + 2k^3t(-539y + 389t\bar{z}_1)\right\} \end{bmatrix}}{2(k+t)(245k^5 + 1309k^4 t + 1482k^3t^2 + 666k^2t^3 + 129kt^4 + 9t^5)^2} \tag{3-35}$$

(3-35)式をみると，商店 2 の利潤の差 $\pi_2(\bar{z}_1, x^R) - \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1)$ は $\bar{z}_1$ について 2 次関数となっていることが分かる．そこで，(3-35)式を $\bar{z}_1$ の関数とみることで，商店 2 の最適立地点と商店 1 の立地点の関係の分析を行う．(3-35)式の $\bar{z}_1$ に関する一階微分と 2 階微分はそれぞれ(3-36)式，(3-37)式となる．

$$\frac{\partial\left(\pi_2(\bar{z}_1, x^R) - \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1)\right)}{\partial \bar{z}_1} =$$

$$\frac{\begin{bmatrix} kt(21k^3 + k^2t - 5kt^2 - t^3)\left\{-7k^5(217y - 225t\bar{z}_1) + 9t^5(-7y + 3t\bar{z}_1) + 21kt^4(-35y + 19t\bar{z}_1)\right. \\ \left. +5k^4t(-1043y + 967t\bar{z}_1) + 2k^2t^3(-1553y + 1057t\bar{z}_1) + 2k^3t^2(-3001y + 2437t\bar{z}_1)\right\} \end{bmatrix}}{(5k^2 + 6kt + t^2)(49k^4 + 252k^3t + 246k^2t^2 + 84kt^3 + 9t^4)^2} \tag{3-36}$$

$$\frac{\partial^2\left(\pi_2(\bar{z}_1, x^R) - \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1)\right)}{\partial \bar{z}_1^2} = \frac{kt^2(3k+t)(7k^2 - 2kt - t^2)(315k^4 + 904k^3t + 794k^2t^2 + 264kt^3 + 27t^4)}{(k+t)(49k^4 + 252k^3t + 246k^2t^2 + 84kt^3 + 9t^4)^2} \tag{3-37}$$

二階微分（(3-37)式）より，分子の $(7k^2 - 2kt - t^2)$ 以外のすべての項が正であるため，商店 2 の利潤の差の関数が凸関数となるか凹関数となるかは，式中の $(7k^2 - 2kt - t^2)$ の正負に依存していることがわかる．ここで，$\pi_2(\bar{z}_1, x^R) - \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1) = 0$ となる $\bar{z}_1$ の導出を行うと(3-38)式となる．

$\pi_2(\bar{z}_1, x^R) - \pi_2(\bar{z}_1, \bar{z}_1) = 0$ より

$$\overline{z}_1 = \begin{cases} \dfrac{(21k^2+16kt+3t^2)y}{t(25k^2+20k+3t^2)} & (>0) \\ \dfrac{(343k^4+1078k^3t+952k^2t^2+314kt^3+33t^4)y}{t(315k^4+778k^3t+508k^2t^2+118kt^3+9t^4)} & (>0) \end{cases} \tag{3-38}$$

(3-35), (3-36), (3-37), (3-38)式より，商店 2 の利潤の差の関数の形状を図示すると，図 10 となる．

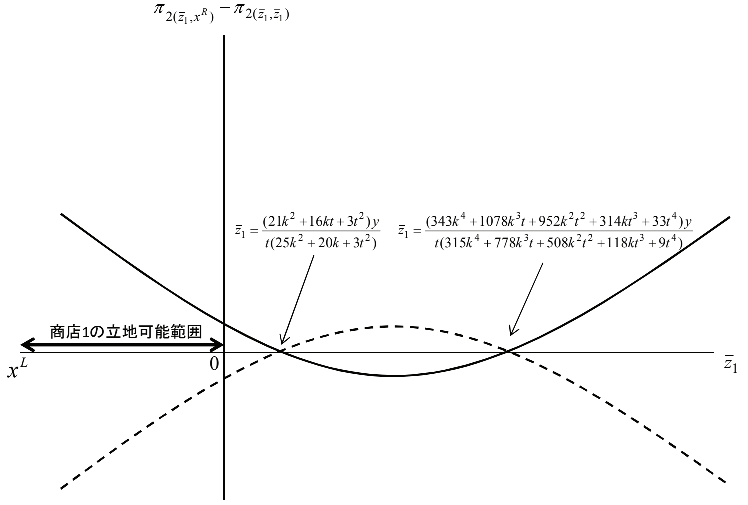

図 10　$\pi_2(\overline{z}_1, x^L) - \pi_2(\overline{z}_1, \overline{z}_1)$ と $\overline{z}_1$ の関係

（実線： $7k^2-2kt-t^2>0$ の場合，破線： $7k^2-2kt-t^2<0$ の場合）

図 10 をみると，商店 1 の立地可能な範囲が都市の左側（$x^L \le z_1 \le 0$）であることから，商店 2 の立地戦略は, あらゆる商店 1 の立地に対して，$7k^2-2kt-t^2>0$ のとき $\pi_2(\overline{z}_1, x^R) > \pi_2(\overline{z}_1, \overline{z}_1)$ となり, 右側境界に立地する．$7k^2-2kt-t^2<0$ のとき $\pi_2(\overline{z}_1, x^R) < \pi_2(\overline{z}_1, \overline{z}_1)$ となり，商店 1 に近接立地することがわかる．

まとめると，商店 2 の立地戦略は次のようになる．

$7k^2-2kt-t^2>0$ のとき，商店 2 は右端境界立地（$z_2 = x^R$）

$7k^2-2kt-t^2<0$ のとき，商店 2 は商店 1 に近接立地（$z_2 = \overline{z}_1$）

（$7k^2-2kt-t^2=0$ のときは，どちらにも立地しうる）

ここで，商店 2 の立地を分岐させる $7k^2-2kt-t^2$ の条件について通勤費用（t）と買物移動費用（k）の関係による分析を行った．その結果，図 10 に示すように $1<t<-1+2\sqrt{2}\cdot k$ のとき $7k^2-2kt-t^2>0$ が成立し，一方，$t>-1+2\sqrt{2}\cdot k$ のときは $7k^2-2kt-t^2<0$ が成立することが分かる（導出は付録参照）．このことから，商店 2 は買物費用が通勤費用に比べて相対的に高いとき右端境界に立地し，買物費用が通勤費用と比べて相対的に低いときは商店 1 に近接立地することが分かる．

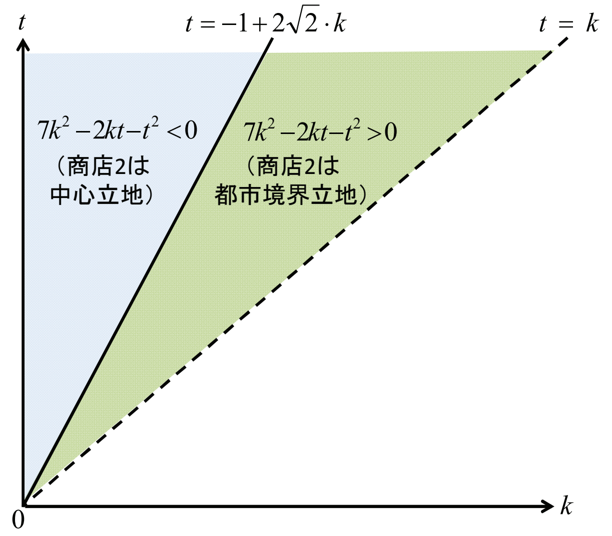

図 11　$7k^2-2kt-t^2$ の条件と商店 2 の立地選択の関係

（b）先導商店の立地戦略

導出した商店 2（追随商店）の立地戦略をもとに，商店 1（先導商店）の立地戦略の分析を行う．商店 2 の立地戦略は $7k^2-2kt-t^2$ の正負によって立地する地点が違っている．このため，まず $7k^2-2kt-t^2>0$，つまり商店 2 が右端境界に立地する場合の商店 1 の立地戦略分析を行い，続いて，$7k^2-2kt-t^2<0$ であるとき，つまり商店 2 が商店 1 に近接立地する場合の商店 1 の立地戦略分析を行う．

（b-1）買物費用が相対的に高い場合

商店 1 も商店 2 と同様に，第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大にすると仮定すると，商店 1 の利潤最大化問題は(3-39)式で与えられる．

$$\max_{z_1} \quad \pi_1(z_1, x^R) = p_1 \cdot (\bar{z} - x^L)$$
$$\text{s.t.} \quad p_1, p_2 \geq 0, \quad x^L \leq \bar{z}_1 \leq 0, \quad z_1 \leq z_2 \leq x^R, \quad z_2 = x^R \tag{3-39}$$

買物費用が通勤費用に比べて相対的に高い場合（$7k^2-2kt-t^2>0$），商店 2 右端境界に立地するので，商店 1 の利潤関数(3-26)式に $z_2 = x^R$ として z_2 について解いたもの（(3-32 式)）を代入すると(3-40)式となる．

$$\pi_1(z_1, x^R) = \frac{k(3k+t)\left\{k^2(7y-3tz_1)+t^2(7y+tz_1)+2kt(9y+tz_1)\right\}^2}{2(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{3-40}$$

(3-40)式より，商店 1 の利潤関数(3-40)式の立地点による一階微分と二階微分はそれぞれ次のように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_1(z_1, x^R)}{\partial z_1} = \frac{k(k-t)t(3k+t)^2\left\{-t^2(7y+tz_1)-2kt(9y+tz_1)+k^2(-7y+3tz_1)\right\}^2}{(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{3-41}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1(z_1, x^R)}{\partial z_1^2} = \frac{k(k-t)^2t^2(3k+t)^3}{(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \quad (>0) \tag{3-42}$$

商店 1 の利潤最大化問題について考えよう．商店 1 の利潤関数（(3-40)式）をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(3-42)式から $\partial\pi_1^2/\partial z_1^2 > 0$ であるため，利潤を最大にできる商店 1 の立地点は端点解であることがわかる．したがって，商店 1 の利潤関数 $\pi_1(z_1, x^R)$ の z_1 に x^L， 0 を代入し，端点解の比較を行うことで商店 1 の立地戦略について分析を行う．

$$\pi_1(x^L, x^R)\begin{pmatrix} > \\ < \end{pmatrix}\pi_1(0, x^R) \Rightarrow \begin{cases} \text{商店 1 は左端境界に立地する} \\ \text{商店 1 は中心（CBD）に立地する} \end{cases}$$

商店 1 が左端境界に立地するとき，左端境界 x^L は $z_1 = x^L$ を z_1 について解くことで(3-43)式のように与えられる．

$$z_1 = x^L \quad \Rightarrow \quad z_1 = -\frac{(3k+t)y}{2k^2+5kt+t^2} \tag{3-43}$$

商店 1 が x^L に立地するときの利潤は，商店 1 の利潤関数 $\pi_1(z_1, x^R)$ の z_1 に(3-43)式を代入することで(3-45)式のように導出できる．

$$\pi_1(x^L, x^R) = \frac{2k(t-k)(3k+t)^2y}{(2k^2+5kt+t^2)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)} \tag{3-44}$$

商店 2 が，中心（CBD）に立地するときの利潤は，利潤関数 $\pi_1(z_1, x^R)$ に $z_1 = 0$ を代入することで(3-45)式のように導出できる．

$$\pi_1(0, x^R) = \frac{k(t-k)t(3k+t)^2(7k^2+18kt+7t^2)y}{(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{3-45}$$

(3-44)式と(3-45)式を比較するため，その差をとると，以下が得られる．

$$\pi_1(x^L, x^R) - \pi_1(0, x^R) = \frac{k(k-t)^2t^2(3k+t)^4y}{(k+t)(2k^2+5kt+t^2)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \quad (<0) \tag{3-46}$$

(3-46)式が負となることから，商店 1 は左端境界に立地するよりも，中心（CBD）に立地する方がより高い利潤を得られることがわかる．よって， $7k^2-2kt-t^2$ のとき，均衡では，商店 1 は $z_1^* = 0$ に立地し，商店 2 は

$z_2^* = x^R$ に立地するという結果が得られた．

各商店の均衡立地点 $z_i^*\ (i=1,2)$ を(3-23)，(3-24)式に代入することで，均衡での都市境界は以下のように導出できる．

$$x^{R^*} = (z_2^*) = \frac{(21k^2+16kt+3t^2)y}{7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3} \tag{3-47}$$

$$x^{L^*} = -\frac{t(15t^2+14kt+3t^2)y}{(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)} \tag{3-48}$$

また，均衡での都市サイズ・総人口 N^* は，$z_i^*\ (i=1,2)$ を(3-25)式に代入することで以下のように導出できる．

$$N^* = \frac{k(3k+t)(7k+5t)y}{(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)} \tag{3-49}$$

均衡での各商店の財価格 $p_i^*\ (i=1,2)$ は，$z_i^*\ (i=1,2)$ を(3-20)，(3-21)式に代入することで，それぞれ以下のように導出できる

$$p_1^* = \frac{k(7k^2+18kt+7t^2)y}{7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3} \tag{3-50}$$

$$p_2^* = \frac{k(7k^2+12kt+5t^2)y}{7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3} \tag{3-51}$$

均衡での各商店の利潤 $\pi_i^*\ (i=1,2)$ は，$z_i^*\ (i=1,2)$ を(3-26)，(3-27)式に代入することでそれぞれ以下のように導出できる

$$\pi_1^* = \frac{k(3k+t)(7k^2+18kt+7t^2)^2 y^2}{2(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{3-52}$$

$$\pi_2^* = \frac{k(k+t)(3k+t)(7ky+5kt)y^2}{2(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{3-53}$$

均衡での各商店の市場分割点 $\bar{z}^*$ は，$z_i^*\ (i=1,2)$ を(3-22)式に代入することで以下のように導出できる．

$$\bar{z}^* = \frac{(21k^2+10kt+t^2)y}{14k^3+66k^2t+42kt^2+6t^3} \tag{3-54}$$

以上をもとに，均衡商店立地を図示すると図 12 となる．

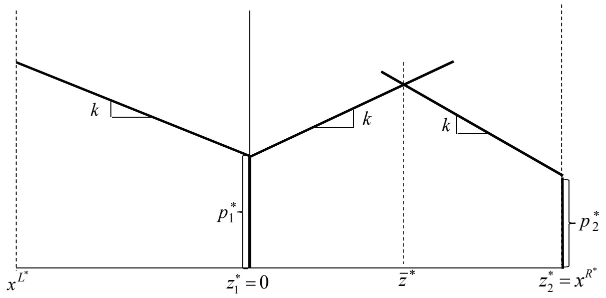

図 12　市場均衡での均衡商店立地 $(7k^2-2kt-t^2>0)$

（b-2）買物費用が相対的に低い場合

商店 1 も商店 2 と同様に第 1 段階の立地をコントロールして利潤を最大にすると仮定すると，商店 1 の利潤最大化問題は(3-39)式で与えられる．

$$\max_{z_1} \quad \pi_1(z_1,0)=p_1\cdot(\bar{z}-x^L)$$
$$\text{s.t.} \quad p_1,p_2\geq 0, \quad x^L\leq \bar{z}_1\leq 0, \quad z_1\leq z_2\leq x^R, \quad z_1=z_2 \tag{3-55}$$

買物費用が通勤費用に比べて相対的に低い場合（$7k^2-2kt-t^2<0$），商店 2 は中心（CBD）に立地するので，商店 1 の利潤関数(3-26)式に $z_2=z_1$ を代入すると(3-56)式となる．

$$\pi_1(z_1,z_1)=\frac{2k(3k+t)(7ky+3ty+5kz_1+t^2z_1)^2}{(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-56}$$

(3-56)式より，商店 1 の利潤関数(3-56)式の立地点による一階微分と二階微分はそれぞれ次のように与えられる．

$$\frac{\partial\pi_1(z_1,z_1)}{\partial z_1}=\frac{4kt(3k+t)(7ky+3ty+5kz_1+t^2z_1)^2}{(k+t)(5k+t)(7k+3t)^2} \tag{3-57}$$

$$\frac{\partial^2\pi_1(z_1,z_1)}{\partial z_1^2}=\frac{4kt(3k+t)}{(k+t)(7k+3t)^2} \quad (>0) \tag{3-58}$$

商店 1 の利潤最大化問題について考えよう．商店 1 の利潤関数（(3-56)式）をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(3-58)式から $\partial\pi_1^2/\partial z_1^2>0$ であるため，利潤を最大にできる商店 1 の立地点は端点解であることがわかる．したがって，商店 1 の利潤関数 $\pi_1(z_1,z_1)$ の z_1 に x^L，0 を代入し，端点解の比較を行うことで商店 1 の立地戦略について分析を行う．

$$\pi_1(x^L,z_1)\begin{pmatrix}>\\<\end{pmatrix}\pi_1(0,z_1)\Rightarrow\begin{cases}\text{商店 1 は左端境界に立地する}\\\text{商店 1 は中心（CBD）に立地する}\end{cases}$$

商店 1 が x^L に立地するときの利潤は，商店 1 の利潤関数 $\pi_1(z_1, z_1)$ の z_1 に(3-43)式を代入することで(3-59)式のように導出できる．

$$\pi_1(x^L, z_1) = \frac{8k(k+t)(3k+t)(7k^2+6kt+t^2)^2 y^2}{(5k+t)^2(7k+3t)^2(2k^2+5kt+t^2)^2} \tag{3-59}$$

商店 1 が中心（CBD）に立地するときの利潤は，利潤関数 $\pi_1(z_1, z_1)$ に $z_1 = 0$ を代入することで(3-60)式のように導出できる．

$$\pi_1(0, z_1) = \frac{2k(3k+t)y^2}{(k+t)(5k+t)^2} \tag{3-60}$$

(3-59)式と(3-60)式を比較するため，その差をとると，以下が得られる．

$$\pi_1(x^L, z_1) - \pi_1(0, z_1) = -\frac{2k(3k+t)^2(7k+5t)y^2}{(k+t)(5k+t)^2(5k+3t)^2} \quad (<0) \tag{3-61}$$

(3-62)式が負となることから，商店 1 は左端境界に立地するよりも，中心（CBD）に立地する方がより高い利潤を得られることがわかる．よって，$7k^2 - 2kt - t^2 < 0$ のとき，均衡では，商店 1 は $z_1^* = 0$ に立地する．また，商店 2 の立地戦略が $z_2 = z_1$ であることから，均衡では商店 2 も商店 1 と同様に中心（$z_2^* = 0$）に立地するという結果が得られた．各商店の均衡立地点 z_i^* $(i = 1, 2)$ を(3-23), (3-24)式に代入することで，均衡での都市境界は以下のように導出できる．

$$x^{R^*} = \frac{(3k+t)y}{(k+t)(5k+t)} \tag{3-62}$$

$$x^{L^*} = -\frac{(3k+t)y}{(k+t)(5k+t)} \tag{3-63}$$

また, 均衡での都市サイズ・総人口 N^* は，z_i^* $(i = 1, 2)$ を(3-25)式に代入することで以下のように導出できる．

$$N^* = \frac{2(3k+t)y}{(k+t)(5k+t)} \tag{3-64}$$

均衡での各商店の財価格 p_i^* $(i = 1, 2)$ は，z_i^* $(i = 1, 2)$ を(3-20), (3-21)式に代入することで，それぞれ以下のように導出できる

$$p_1^* = p_2^* = \frac{2ky}{5k+t} \tag{3-65}$$

均衡での各商店の利潤 π_i^* $(i = 1, 2)$ は，z_i^* $(i = 1, 2)$ を(3-26), (3-27)式に代入することでそれぞれ以下のように導

出できる

$$\pi_1^* = \pi_2^* = \frac{2k(3k+t)y^2}{(k+t)(5k+t)^2} \tag{3-66}$$

均衡での各商店の市場分割点$\bar{z}^*$は，z_i^* $(i=1,2)$を(3-22)式に代入することで以下のように導出できる．

$$\bar{z}^* = 0 \tag{3-67}$$

以上をもとに，均衡商店立地を図示すると図 13 となる．

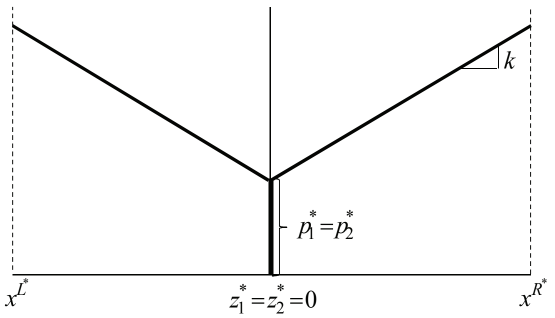

図 13　市場均衡での均衡商店立地$(7k^2 - 2kt - t^2)$

本項までで分析した結果をもとに開放都市モデルの市場均衡分析の結果をまとめると以下となる．

・買物費用が通勤費用に比べて相対的に高いとき（$7k^2 - 2kt - t^2 > 0$），先導商店は中心に，追随商店は右端境界に立地する．

・買物費用が低いとき（$7k^2 - 2kt - t^2 < 0$），先導商店，追随商店ともに中心に立地する．

また，各商店の均衡立地点を通勤費用（t）および買物費用（k）の関係で図示したものが図 14 となる．

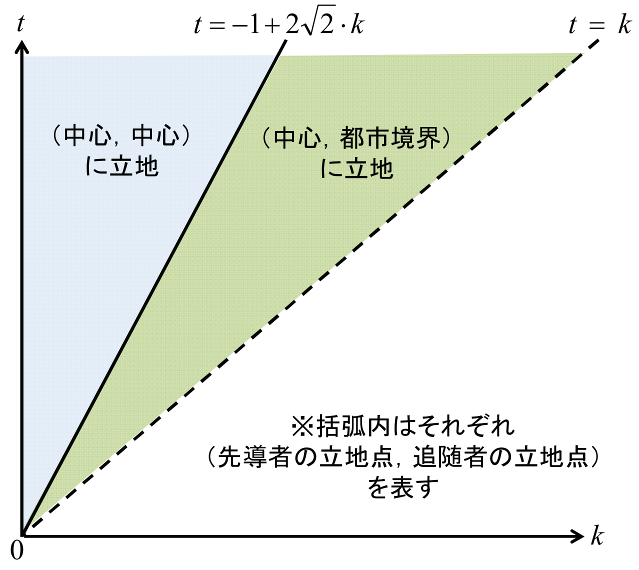

図 14　商店の均衡立地点と通勤費用・買物費用の関係

5.3.5 複占商店の市場参入タイミングが均衡に与える影響

本項では，複占商店が都市内に同時に参入する場合（以下，同時立地モデル）と，逐次的に参入する場合（以下，逐次立地モデル）を比較することで，複占商店の市場への参入タイミングの違いが均衡に与える影響について分析を行う．5.3.5(1)では，同時立地モデルの均衡の導出方法と市場均衡について記し，5.3.5(2)では同時立地モデルと逐次立地モデルの比較結果について記す．

（1）同時立地モデル

同時立地モデルの分析については，4.4.3(1)と同様であるため，同時立地モデルでの均衡の導出方法および均衡について簡単に記す．なお，同時立地モデルで用いられているモデルの仮定や基本的設定は，複占商店が同時に都市内に参入するという仮定を除き，本章の「5.3.2 モデルの基本設定」で記した設定と同様である．また，均衡の導出の際に第 1 段階の立地競争，第 2 段階の価格競争を後ろ向き帰納法によって均衡の導出をしている点についても同様である．

同時立地モデルでの，第 2 段階の価格競争における各商店の利潤最大化問題は(3-68)，(3-69)式で与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{p_1} \quad \pi_1(p_1,p_2,z_1,z_2)=p_1\cdot(\bar{z}-x^L)\\&\text{s.t.}\quad p_1,p_2\geq 0,\quad x^L\leq z_1\leq 0,\quad x^L\leq z_2\leq x^R\end{aligned} \tag{3-68}$$

$$\begin{aligned}&\max_{p_2} \quad \pi_2(p_1,p_2,z_1,z_2)=p_2\cdot(x^R-\bar{z})\\&\text{s.t.}\quad p_1,p_2\geq 0,\quad x^L\leq z_1\leq 0,\quad x^L\leq z_2\leq x^R\end{aligned} \tag{3-69}$$

これは，本項で分析している逐次立地モデルの第 2 段階での利潤最大化問題と同様である．よって，第 2 段階での価格関数および，都市境界，利潤はそれぞれ以下となる．

$$p_1(z_1,z_2)=\frac{k\left[-7k^2(z_1-z_2)+t\{6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{7y+t(z_1+4z_2)\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \tag{3-70}$$

$$p_2(z_1,z_2)=\frac{k\left[7k^2(-z_1+z_2)+t\{-6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{-7y+t(4z_1+z_2)\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \tag{3-71}$$

$$x^L(z_1,z_2)=\frac{-3t^2y+7k^3(4z_1+z_2)+k^2\{-21y+8t(3z_1+z_2)\}+kt\{-16y+t(4z_1+z_2)\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3} \tag{3-72}$$

$$x^R(z_1,z_2)=\frac{3t^2y+7k^3(z_1+4z_2)+k^2\{21y+8t(z_1+3z_2)\}+kt\{16y+t(z_1+4z_2)\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3} \tag{3-73}$$

$$\pi_1(z_1,z_2)=\frac{k(3k+t)\left[-7k^2(z_1-z_2)+t\{6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{7y+t(z_1+4z_2)\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-74}$$

$$\pi_2(z_1,z_2)=\frac{k(3k+t)\left[7k^2(z_1-z_2)+t\{-6y+t(z_1+z_2)\}+2k\{-7y+t(4z_1+z_2)\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-75}$$

同時立地モデルでの，第 1 段階における立地による各商店の利潤最大化問題は以下のように与えられる．

$$\max_{z_i} \quad p_i \cdot \left(\left| \overline{x}^{k*} - \hat{x}^* \right| \right) \quad (i,k) = (1,L),(2,R)$$
$$s.t. \quad p_i \geq 0, 0 \leq z_1 \leq \overline{x}^R, \quad \overline{x}^L \leq z_2 \leq 0 \tag{3-76}$$

(3-76)式より，各商店の利潤関数の自店の立地点による 1 階微分と 2 階微分は以下のように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial z_1} = \frac{\begin{bmatrix} k(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)[7k^2(z_1-z_2)+t\{6y+t(z_1+z_2)\} \\ +2k\{7y-t(4z_1+z_2)\}] \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{3-77}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial z_1^2} = \frac{k(3k+t)(-7k^2+2kt+t^2)^2}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \quad (>0) \tag{3-78}$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial z_2} = \frac{\begin{bmatrix} k(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)[7k^2(z_1-z_2)-t\{-6y+t(z_1+z_2)\} \\ +2k\{7y+t(z_1+4z_2)\}] \end{bmatrix}}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \tag{3-79}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial z_2^2} = \frac{k(3k+t)(-7k^2+2kt+t^2)^2}{(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2} \quad (>0) \tag{3-80}$$

(3-78)，(3-80)式より，$\partial^2 \pi_i / \partial z_i > 0 \left(i=1,2 \right)$であるため，各商店が利潤を最大にする立地点は端点解であることがわかる．よって，一時的に相手商店の立地点を固定して考え，両商店にとって利潤を最大化する立地点(端点)について考える必要がある．例として，商店 1 を考えると，商店 2 が都市境界$\left(x^R \right)$および中心$\left(z_2 = 0 \right)$に立地しているもとで商店 1 が CBD に立地する場合$\left(z_1 = 0 \right)$と都市境界に立地する場合$\left(z_1 = x^L \right)$の利潤の比較を行う必要がある．

(a) **商店 2 が都市境界$\left(x^R \right)$に立地するときの商店 1 の利潤最大立地点**

商店 2 が都市境界$\left(x^R \right)$に立地しているもとでの，商店 1 が都市境界$\left(x^L \right)$に立地するときの利潤は以下となる．

$$\pi_1(x^L, x^R) = \frac{2k(k+t)(3k+t)y^2}{(2k^2+5kt+t^2)^2} \tag{3-81}$$

商店 2 が都市境界$\left(x^R \right)$に立地しているもとでの，商店 1 が中心に立地するときの利潤は以下となる．

$$\pi_1(0, x^R) = \frac{k(3k+t)(7k^2+18kt+7t^2)^2 y^2}{2(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{3-82}$$

利潤を比較するため，(3-81)式と(3-82)式の差をとると以下となる．

$$\pi_1(x^L, x^R) - \pi_1(0, x^R) = -\frac{k(t-k)t(3k+t)^3(28k^4+151k^3t+219k^2t^2+101kt^3+13t^4)y^2}{2(k+t)(2k^2+5kt+t^2)^2(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \quad (<0) \tag{3-83}$$

(3-83)式が負となることから，商店 2 が右端境界に立地するとき商店 1 の利潤を最大とする端点立地は中心地(0)となる．

(b)　商店 2 が中心地(0)に立地するときの商店 1 の利潤最大立地点

商店 2 が中心地に立地しているとき，商店 1 が都市境界$\left(x^L\right)$に立地するときの利潤は以下となる．

$$\pi_1(x^L,0)=\frac{k(k+t)(3k+t)(49k^2+34kt+5t^2)^2y^2}{2(2k^2+5kt+t^2)^2(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-84}$$

一方，同様に商店 2 が中心に立地しているとき，商店 1 が中心に立地するときの利潤は以下となる．

$$\pi_1(0,0)=\frac{k(3k+t)(14ky+6ty)^2}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{3-85}$$

利潤を比較するため，(3-84)式と(3-85)式の差をとると以下を得る．

$$\pi_1(x^L,0)-\pi_1(0,0)=\frac{k(3k+t)^2(7k^2-2kt-t^2)(77k^3+165k^2t+83kt^2+11t^3)y^2}{2(k+t)(5k+t)^2(7k+3t)^2(2k^2+5kt+t^2)} \tag{3-86}$$

(3-86)式をみると商店 1 の利潤$\pi_1(x^L,0)$と$\pi_1(0,0)$の大小関係は，分子の$7k^2-2kt-t^2$の正負にのみ依存していることがわかる．つまり，商店 1 は$7k^2-2kt-t^2>0$のとき都市境界$\left(x^L\right)$に立地し，$7k^2-2kt-t^2<0$のとき中心に立地することが分かる．

以上より，商店 1 は商店 2 が中心地に立地しているときには中心地に立地する．また，商店 2 が右端境界$\left(x^R\right)$に立地しているときは$7k^2-2kt-t^2>0$であれば左端境界$\left(x^L\right)$に立地し，$7k^2-2kt-t^2<0$であれば中心地に立地する．また，商店 1 と商店 2 は同質であることから，この最適立地反応は商店 2 についても同様のことが言える．つまり，相手商店が都市境界に立地するとき自店は中心に立地し，相手商店が中心に立地するときは$7k^2-2kt-t^2>0$であれば都市境界に，$7k^2-2kt-t^2<0$であれば中心に立地する．このことから，均衡では$7k^2-2kt-t^2>0$であれば片方の商店は都市境界，もう一方の商店は中心に立地するという非対称な立地になり，$7k^2-2kt-t^2<0$であれば両商店ともが中心立地することになる．

均衡商店立地を図示すると，$7k^2-2kt-t^2>0$であれば図 15 のように左右非対称な立地均衡となり，$7k^2-2kt-t^2<0$であれば図 16 のように両商店の中心立地となる．

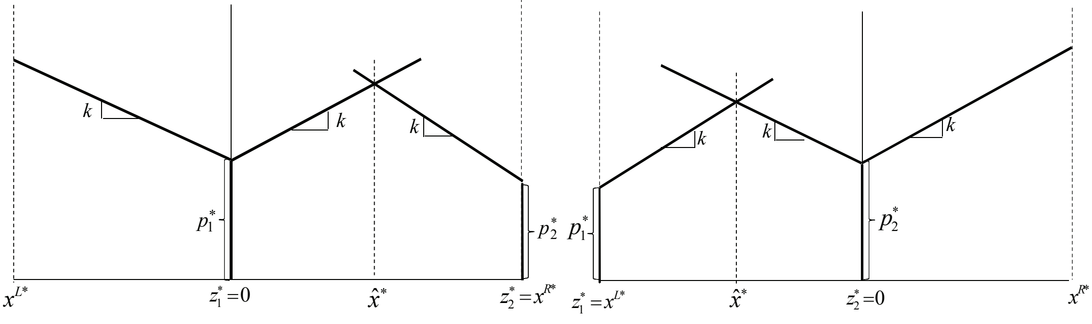

図 15　同時立地モデルの均衡商店立地$(7k^2-2kt-t^2>0)$

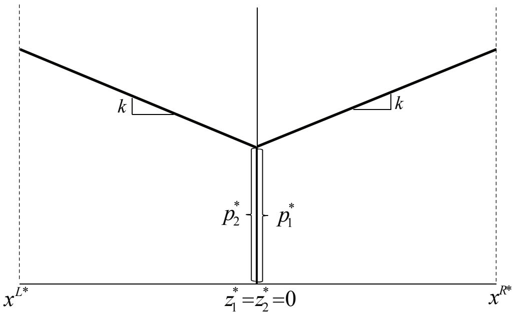

図 16　同時立地モデルの均衡商店立地$(7k^2-2kt-t^2<0)$

（2）同時立地と逐次立地比較

導出した同時立地均衡と，本研究で分析している逐次立地均衡の比較を行う．同時立地モデルでの市場均衡分析の結果は以下となる．

【同時立地モデルでの市場均衡分析の結果】

$7k^2-2kt-t^2>0$ のとき，複占商店はそれぞれ中心(CBD)と都市境界に非対称に立地する
$7k^2-2kt-t^2<0$ のとき，複占商店はともに中心(CBD)に立地する

同時立地モデルでの結果をもとに，商店の都市内への参入のタイミングの違いが均衡立地点に及ぼす影響について分析を行う．同時立地モデルと逐次立地モデルの均衡立地点を買物費用と通勤費用の関係と併せ図示したものが図 17 である．

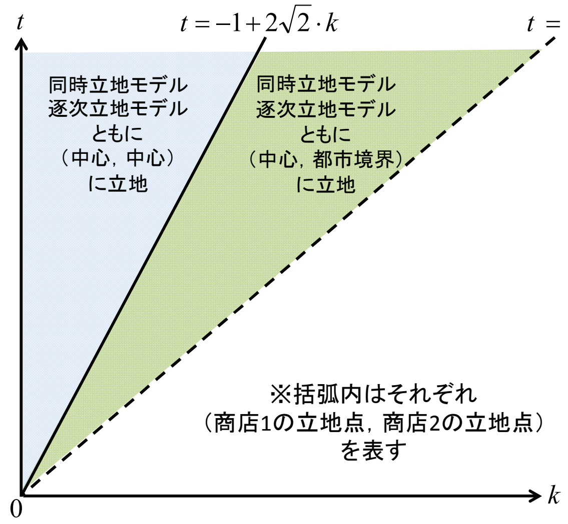

図 17　同時立地モデルと逐次立地モデルの比較

図 17 から同時立地モデル，逐次立地モデルともに買物費用と通勤費用の条件が同じであれば同一地点に立地することがわかる．このことから，商店の都市内への参入のタイミングの違いは均衡立地点に影響を及ぼ

さないことがわかる．これは，同時立地モデルおよび逐次立地モデルにおいて設定されている，商店が地代支払いを負担しないという仮定が大きく影響していると考えられる．商店が地代支払いを負担しないことから，同時立地モデル，逐次立地モデルの両方において商店はより大きな集客が期待できる中心地に立地するインセンティブをもつ．一方，境界に立地するメリットは，市場を「ローカル化」することにより市場の独占力を行使できることが挙げられるが，これらのメリットは同時立地モデル，逐次立地モデルに共通して買物費用が高い場合にのみ限られる．これらの要因が，結果として商店の都市への参入タイミングの違いが均衡立地点に影響を及ぼさなかった原因であると考えられる．

5.3.6　市場均衡での地代曲線と総地代収入

本項では 5.3.4 項までに導出した市場均衡の結果をもとに均衡での地代曲線と総地代収入の導出を行う．特に，本研究では総地代収入は都市厚生を論じる際の判断基準として用い，5.4 節での社会的最適立地の導出および，5.5 節で政府による立地規制政策が都市厚生に与える影響を分析する際に用いる．都市厚生の判断基準に総地代収入を用いることの正当性については，「資本化仮説（Capitalization Hypothesis）」により説明される．資本化仮説は，環境等の変化による便益の増減が地価（地代）に反映され帰着するという仮説である．つまり，本研究では，政府の立地規制政策による便益（都市厚生）が都市内の総地代収入に反映されると考える．なお，資本化仮説が成立するためには，地域内外への移動の自由，消費者の効用関数の同質性，土地等の代替性が無いことなどが前提となっているが，本研究で用いている開放都市モデルはこれらをすべて満たしている．

買物費用が相対的に高い場合 $(7k^2-2kt-t^2>0)$ の地代曲線は図 18 となる．

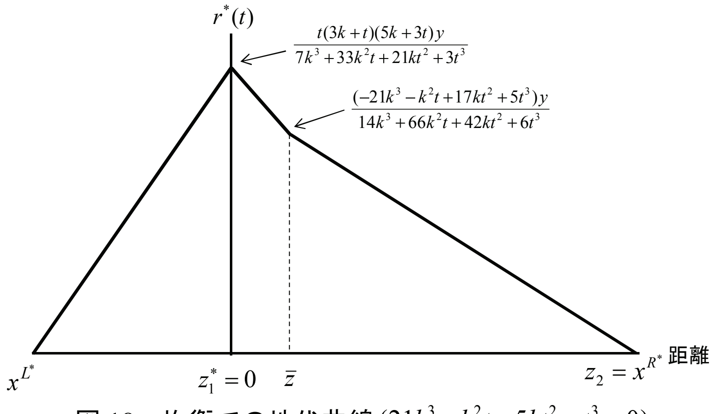

図 18　均衡での地代曲線 $(21k^3+k^2t-5kt^2-t^3>0)$

このとき，都市内の総地代収入（Total Land Rent:TLR）は図 18 の地代曲線を都市間で積分することによって求められ，(3-47)，(3-48)，(3-50)，(3-51)，(3-54)式を(3-87)式に代入することで(3-88)式として導出できる．

$$
\begin{aligned}
TLR = & \int_{x^L}^{z_1} \{y - p_1 + tx - k(z_1 - x)\} dx + \int_{z_1}^{0} \{y - p_1 + tx - k(x - z_1)\} dx \\
& + \int_{0}^{\hat{x}} \{y - p_1 + tx - k(x - z_1)\} dx + \int_{\hat{x}}^{z_2} \{y - p_2 + tx - k(z_2 - x)\} dx \\
& + \int_{z_2}^{x^R} \{y - p_2 - tx - k(x - z_2)\} dx
\end{aligned}
\tag{3-87}
$$

$$
TLR^* = \frac{(3k+t)^2(-49k^4 - 21k^3t + 145k^2t^2 + 145kt^3 + 36t^4)y^2}{4(k+t)(7k^3 + 33k^2t + 21kt^2 + 3t^3)^2} \tag{3-88}
$$

買物費用が低い場合 $(7k^2 - 2kt - t^2 < 0)$ の地代曲線は図 18 となる．

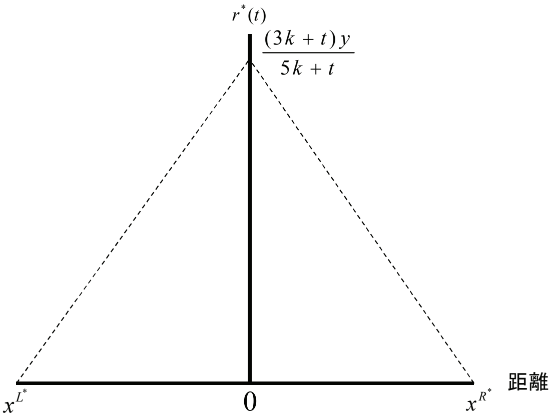

図 19　均衡での地代曲線 $(7k^2 - 2kt - t^2 < 0)$

このとき, 都市内の総地代収入は図 19 の地代曲線を都市間で積分することによって求められ, (3-62), (3-63), (3-65)，(3-67)式を(3-87)式に代入することで(3-89)式として導出できる．

$$
TLR^* = \frac{(3k+t)^2 y^2}{(k+t)(5k+t)^2} \tag{3-89}
$$

5.3.7　まとめ

本節では開放都市モデルの構築および，2 商店間で行われる逐次的な都市参入による複占競争における市場均衡の導出を行い，市場均衡の性質を明らかにした．市場均衡分析において，第 1 段階で立地競争，第 2 段階で価格競争を行う非協力 2 段階ゲームを後ろ向き帰納法によって市場均衡の導出を行った．その結果，市場均衡では，買物費用が通勤費用に比べて相対的に高い場合 $(7k^2 - 2kt - t^2 > 0)$ には，商店 1（先導商店）は中心に立地し，商店 2（追随商店）は都市境界に立地するという結果が得られ，買物費用が相対的に低い場合 $(7k^2 - 2kt - t^2 < 0)$ には，商店 1，商店 2 ともに中心に立地するという結果が得られた．これは，買物費用が低い場合は比較的遠方まで移動する消費商店のもとでは，各商店は都市全体の市場に関して競争するため互いに中心立地となる．一方，買物費用が高い場合においては消費商店は比較的近くでしか財を購入できない

ため，市場が「ローカル化」しやすく，各商店はローカルな市場をつくって独占力を行使することと解釈できる．また，先導商店である商店 1 は買物費用の高低に関らず中心に立地していることがわかる．これは，先導商店が後から参入してくる追随商店を脅威に感じることから，追随商店の参入によって市場を大きく奪われない中心地に立地しているものと考えられる．つまり，先導商店は集客力を求めた結果，都市の中心を選択しているといえる．一方，追随商店の立地点は買物費用の如何によって都市境界と中心に分かれる結果となっており，特に買物費用が相対的に高い場合に追随商店は都市境界に立地している．このとき，追随商店は独占力を求めていると考えられる．これは，買物費用が高く住民が長距離の移動をしにくいことから，自店舗から遠い地点の住民のシェアを捨て，自店舗から近い位置に居住する住民にシェアを絞っている．

本節で導出した逐次立地モデルの均衡での商店の立地点は，同時立地モデルのものと同様である．このことから，本研究での仮定や設定等の枠組みのなかでは商店の都市内参入のタイミングの違いは商店の均衡立地点に影響を及ぼしていないことがわかる．しかし，この結果は商店が地代支払いを負担していないことから導出された可能性がある．商店の地代支払いを考慮すれば，商店は地代支払いを嫌い，都市内で最も高い地代支払いが発生する中心地を避けて都市境界へ立地する可能性がある．つまり，地代支払いを考慮することによって，両商店がともに都市境界に立地するということが考えられる．商店が地代支払いを負担する場合の，商店の都市内参入のタイミングの違いが均衡立地点に与える影響の分析については今後の課題とする．

5.4　社会的最適な複占商店の立地について

5.4.1　概説

本項では社会的に最適な商店の立地について分析を行う．ここでの社会的最適とは，都市厚生が最大となる状態を意味している．つまり，政府が両商店の立地点をコントロールするとき，都市住民にとって最も望ましい商店の立地点について分析を行う．ここで都市厚生の判断基準については都市内の総地代収入を用い，政府は総地代収入が最大となるように各商店の立地点を決定する．

5.4.2　社会的最適立地の導出

本項では社会的最適立地の導出を行う．5.3 節と同様に，商店の立地と価格決定に順番を与え，まず 1 段階目の立地規制を含めた立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に，2 段階目の価格関数が 1 段階目の立地規制均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後ろ向き帰納法の考え方を用いる．第 2 段階の価格競争では，両商店は所定の $z_{iso}(i=1,2)$ に従い価格競争を行う．第 2 段階の価格競争における価格関数は，市場競争において決定される価格と同じである．したがって，「5.3.3　開放都市モデル分析の構築」の(3-1)から(3-11)式を用いると，商店の価格による利潤最大化問題は(3-12)，(3-13)式で与えられる．

$$\max_{p_{1so}} \quad \pi_{1so}(p_{1so}, p_{2so}, z_{1so}, z_{2so}) = p_{1so}\cdot(\bar{z}_{so} - x_{so}^{L})$$
$$\text{s.t.} \quad p_{1so}, p_{2so} \ge 0, \quad x_{so}^{L} \le z_{1so} \le 0, \quad x_{so}^{L} \le z_{2so} \le x_{so}^{R} \qquad \text{(再掲)(3-12)}$$

$$\max_{p_{2so}} \quad \pi_{2so}(p_{1so}, p_{2so}, z_{1so}, z_{2so}) = p_{2so} \cdot (x_{so}^R - \bar{z}_{so})$$
$$\text{s.t.} \quad p_{1so}, p_{2so} \geq 0, \quad x_{so}^L \leq z_{1so} \leq 0, \quad x_{so}^L \leq z_{2so} \leq x_{so}^R \qquad \text{(再掲)(3-13)}$$

したがって，各商店の利潤を最大にする第 2 段階の価格関数 $p_{iso}(z_{1so}, z_{2so})$ $(i=1,2)$ は「第 2 段階価格競争」の(3-20)，(3-21)式が得られる．また，第 2 段階の価格関数のもとでの市場分割点 $\bar{z}_{so}$，都市境界 x_{so}^L，x_{so}^R は，それぞれ(3-22)，(3-23)，(3-24)式により得られる．

$$p_{1so}(z_{1so}, z_{2so}) = \frac{k\left[-7k^2(z_{1so}-z_{2so}) + t\{6y + t(z_{1so}+z_{2so})\} + 2k\{7y + t(z_{1so}+4z_{2so})\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \qquad \text{(再掲)(3-20)}$$

$$p_{2so}(z_{1so}, z_{2so}) = \frac{k\left[7k^2(-z_{1so}+z_{2so}) + t\{-6y + t(z_{1so}+z_{2so})\} + 2k\{-7y + t(4z_{1so}+z_{2so})\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \qquad \text{(再掲)(3-21)}$$

$$\bar{z}_{so}(z_{1so}, z_{2so}) = \frac{(7k+t)(z_{1so}+z_{2so})}{14k+6t} \qquad \text{(再掲)(3-22)}$$

$$x_{so}^L(z_{1so}, z_{2so}) = \frac{-3t^2y + 7k^3(4z_{1so}+z_{2so}) + k^2\{-21y + 8t(3z_{1so}+z_{2so})\} + kt\{-16y + t(4z_{1so}+z_{2so})\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3}$$

(再掲)(3-23)

$$x_{so}^R(z_{1so}, z_{2so}) = \frac{3t^2y + 7k^3(z_{1so}+4z_{2so}) + k^2\{21y + 8t(z_{1so}+3z_{2so})\} + kt\{16y + t(z_{1so}+4z_{2so})\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3}$$

(再掲)(3-24)

以上で導出した第 2 段階の価格関数 $p_{iso}(z_{1so}, z_{2so})$ $(i=1,2)$ を用いて，立地規制均衡を求める．政府は両商店の立地をコントロールして都市内の総地代収入を最大にするように立地規制を行うとする．都市内の総地代収入 $TLR_{so}(z_{1so}, z_{2so})$ は，「5.3.6　市場均衡での地代曲線と総地代収入」で導出した総地代収入関数(3-87)式に(3-20)から(3-24)式を代入することによって導出できる（式は多項を含むためここでは省略し，付録に掲載する）．

政府の総地代収入最大化問題は以下のように与えられる．

$$\max_{z_{iso}} \quad TLR_{so}(z_{1so}, z_{2so}) \quad (i=1,2)$$
$$\text{s.t.} \quad p_{iso} \geq 0, \quad x_{so}^L \leq z_{1so} \leq 0, \quad x_{so}^L \leq z_{2so} \leq x_{so}^R \qquad \text{(4-1)}$$

関数 $TLR_{so}(z_{1so}, z_{2so})$ の z_{1so} および z_{2so} 関する 1 階微分と 2 階微分はそれぞれ以下となる．

$$\frac{\partial TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})}{\partial z_{1so}}=\frac{k\begin{bmatrix}2009k^5(z_{1so}-z_{2so})+7k^4(126y+869tz_{1so}-519tz_{2so})+6k^3t\\(224y+1021tz_{1so}-341tz_{2so}+2k^2t^2(382y+1325tz_{1so}-231tz_{2so}\\+kt^3(192y+505tz_{1so}-41tz_{2so})+t^4(18y+35tz_{1so}-tz_{2so})\end{bmatrix}}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{4-2}$$

$$\frac{\partial^2 TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})}{\partial z_{1so}^2}=-\frac{k(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2}\ (<0) \tag{4-3}$$

$$\frac{\partial TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})}{\partial z_{2so}}=\frac{k\begin{bmatrix}t^4\{18y+t(z_{1so}-35z_{2so})\}+2009k^5(z_{1so}-z_{2so})+2k^2t^2(382y\\+231tz_{1so}-1325tz_{2so})+6k^3t(224y+341tz_{1so}-1021tz_{2so})+7k^4\\(126y+519tz_{1so}-869tz_{2so})+kt^3(192y+41tz_{1so}-505tz_{2so})\end{bmatrix}}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{4-4}$$

$$\frac{\partial^2 TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})}{\partial z_{2so}^2}=-\frac{k(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2}\ (<0) \tag{4-5}$$

(4-3)，(4-5)式より，2 階微分$\partial^2 TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})/\partial z_{iso}^2\ (i=1,2)$が負となることから，都市内の総地代収入は$\partial TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})/\partial z_{iso}=0\quad (i=1,2)$で最大となる．また，ヘッセ行列により極値についても確認している（付録を参照）．

$\partial TLR_{so}(z_{1so},z_{2so})/\partial z_{iso}\,(i=1,2)$を$z_{1so}$，$z_{2so}$について解くと，自商店の最適反応関数は相手商店の立地点に対して一次関数として与えられ，最適反応関数より連立することで総地代収入を最大にする商店の立地点z_{1so}^*，z_{2so}^*は(4-6)，(4-7)式として導出できる．

$$z_{1so}^*=-\frac{(3k+t)^2y}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \tag{4-6}$$

$$z_{2so}^*=\frac{(3k+t)^2y}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \tag{4-7}$$

導出した立地規制均衡立地点z_{1so}^*，z_{2so}^*より，均衡での都市境界，都市サイズ（人口），各商店の財価格，利潤，市場分割点,，総地代収入はそれぞれ以下のように導出できる．

$$x_{so}^{L*}=-\frac{2(3k+t)(5k+t)y}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \tag{4-8}$$

$$x_{so}^{R*}=\frac{2(3k+t)(5k+t)^2y}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \tag{4-9}$$

$$N_{so}^*=\frac{4(3k+t)(5k+t)^2y}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \tag{4-10}$$

$$p_{1so}^*=p_{2so}^*=\frac{4k(k+t)(5k+t)y}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \tag{4-11}$$

$$\pi^*_{1so} = \pi^*_{2so} = \frac{8k(k+t)(3k+t)(5k+t)^2 y^2}{(41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3)^2} \quad (4\text{-}12)$$

$$TLR^*_{so} = \frac{2(3k+t)^2 y^2}{41k^3+64k^2t+21kt^2+2t^3} \quad (4\text{-}13)$$

このときの均衡商店立地を図示すると，図 20 となる．

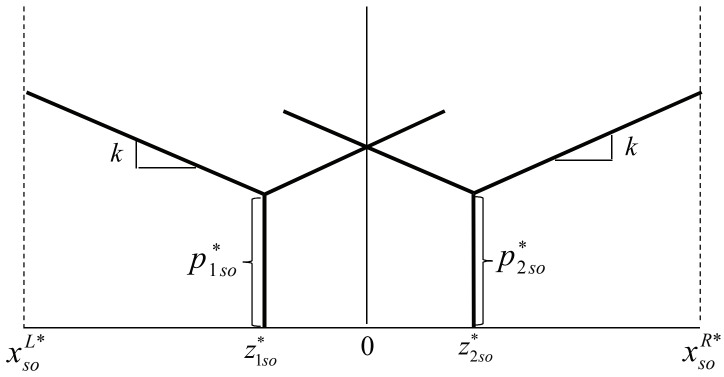

図 20　社会的最適での均衡商店立地

5.4.3　市場均衡と社会的最適の比較

本項では市場均衡と社会的最適の比較を行う．市場均衡は $7k^2-2kt-t^2$ の条件によって商店の均衡立地点が変わるため，まず $7k^2-2kt-t^2>0$ が成り立つ場合の比較を行い，続いて $7k^2-2kt-t^2<0$ が成り立つ場合の比較を行う．

$7k^2-2kt-t^2>0$ が成り立つ場合の比較結果は表 2 となる．また，このときの市場均衡と社会的最適の地代曲線による比較は図 21 となる．

表 2　市場均衡と社会的最適の比較（$7k^2-2kt-t^2>0$）

右端境界	$x_{so}^{R*}<x^{R*}$
左端境界	$x_{so}^{L*}<x^{L*}$
商店１の立地点	$z_{1so}^{*}<z_1^{*}$
商店２の立地点	$z_{2so}^{*}<z_2^{*}$
人口・都市サイズ	$N_{so}^{*}<N^{*}$
商店１の財価格	$p_{1so}^{*}<p_1^{*}$
商店２の財価格	$p_2^{*}<p_{2so}^{*}$
商店１の利潤	$\pi_{1so}^{*}<\pi_1^{*}$
商店２の利潤	$\pi_2^{*}<\pi_{2so}^{*}$
総地代収入	$TLR^{*}<TLR_{so}^{*}$

表中の下付き添え字は以下を表す。
添え字なし：市場均衡での結果
so ：社会的最適での結果

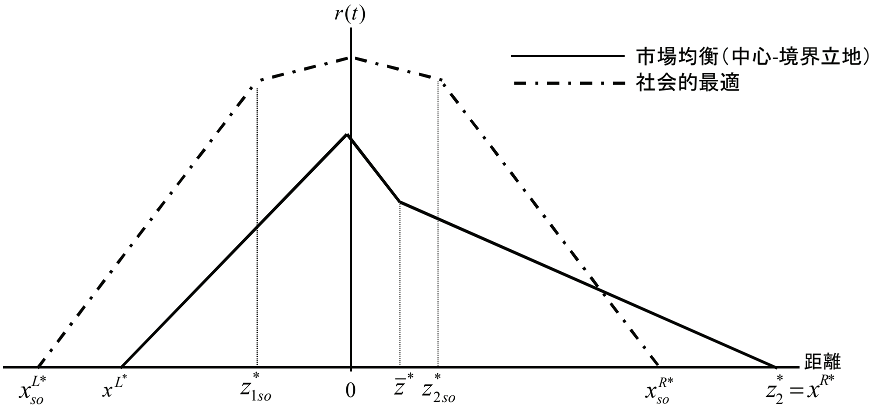

図 21　市場均衡および社会的最適での地代曲線（$7k^2-2kt-t^2>0$）

$7k^2-2kt-t^2<0$ が成り立つ場合の比較結果は表 3 となる．また，このときの市場均衡および社会的最適での地代曲線は図 22 となる．

表 3　市場均衡と社会的最適の比較（$7k^2 - 2kt - t^2 < 0$）

右端境界	$x^{R*} < x_{so}^{R*}$
左端境界	$x_{so}^{L*} < x^{L*}$
商店１の立地点	$z_{1so}^{*} < z_1^{*}$
商店２の立地点	$z_2^{*} < z_{2so}^{*}$
人口・都市サイズ	$N^{*} < N_{so}^{*}$
商店１の財価格	$p_1^{*} < p_{1so}^{*}$
商店２の財価格	$p_2^{*} < p_{2so}^{*}$
商店１の利潤	$\pi_1^{*} < \pi_{1so}^{*}$
商店２の利潤	$\pi_2^{*} < \pi_{2so}^{*}$
総地代収入	$TLR^{*} < TLR_{so}^{*}$

表中の下付き添え字は以下を表す。
添え字なし：市場均衡での結果
so ：社会的最適での結果

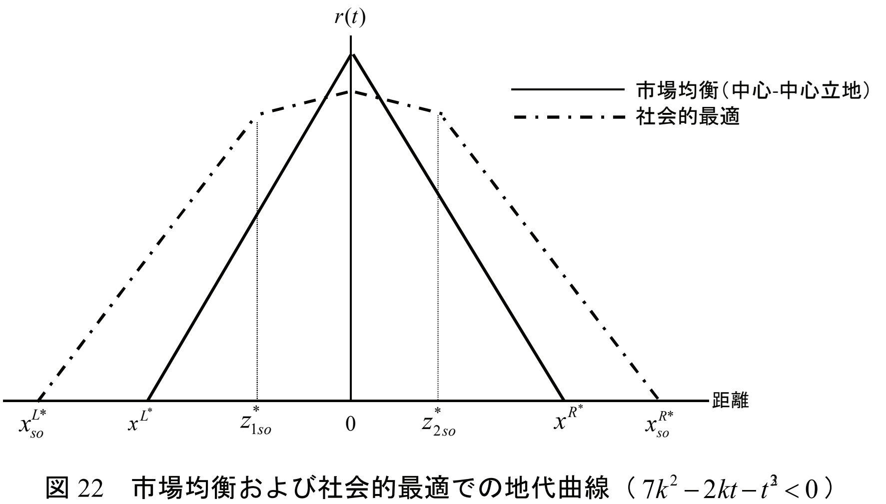

図 22　市場均衡および社会的最適での地代曲線（$7k^2 - 2kt - t^3 < 0$）

表 2 から，買物費用が相対的に高いとき，社会的最適は市場均衡よりも高い都市厚生を達成できていることがわかる．また，各商店の立地点についてみると，両商店とも市場均衡に比べて CBD 側に立地していることがわかる．このことから，社会的最適では市場均衡よりも都市サイズが小さくなっていることがわかる．よって，社会的最適では高い都市厚生を達成できるだけでなく，コンパクトシティに代表される集約型の都市構造も達成していることがわかる．先導商店（商店 1）の利潤については，財価格が低下することから市場均衡よりも低い利潤となっている．一方，追随商店（商店 2）の利潤は，財価格が上昇することにより利潤も上昇している．これらのことから，社会的最適な立地は，先導商店に対して不利な影響を与えており，

先導商店はこのような立地を嫌うことが考えられる.

表 3 から，買物費用が相対的に低いときも同様に社会的最適は市場均衡よりも高い都市厚生を達成していることがわかる．各商店の利潤についてみると，両商店とも市場均衡に比べて財価格が上昇していることにより利潤も上昇していることがわかる．このことから，もし政府により社会的最適な立地点に立地規制が行われるとしても，各商店はそれを受け入れることが考えられる．一方，各商店の立地点についてみると，社会的最適では市場均衡よりも都市境界側に立地し, その結果, 都市サイズは大きくなっていることがわかる.

5.4.4　まとめ

本項では, 都市厚生を最大にする商店の立地点である, 社会的最適な商店の立地点について分析を行った. その結果，社会的最適な立地では，買物費用の高低に関らず市場均衡よりも高い都市厚生を達成できることが確認された.

5.5　追随商店への立地規制が都市厚生に与える影響

5.5.1　概説

5.4 節では政府の両商店に対する立地規制を通じ，社会的最適な立地について分析を行った．このように両商店に対して立地規制を行う場面もそうではあるが，現実的には規制が行われる前に既に商店が都市内に立地している場面など，一部の商店，特に新規参入商店に対して立地規制が行われることがある．そこで本章では，政府が追随商店にのみ立地規制を行う場合について分析を行う．このような一方の商店にのみ立地規制を行う場合の分析は，逐次立地モデルにより可能な分析である．分析にあたり，都市厚生の判断基準については 5.4 節と同様に都市内の総地代収入を用いる.

政府が追随商店に対して行う立地規制に関しては 2 つのケースを考える．1 つは，政府が総地代収入を最大化するように追随商店へ立地規制を行い，先導商店は追随商店に行われる立地規制を知ったうえで自由に立地するケースである．この規制は，「大規模小売店舗立地法（以下，大店立地法）」のような規制を想定している．大店立地法は，大規模小売店舗が地域社会との調和を図っていくための対応として交通・環境問題等の周辺の生活環境への影響に対し適切な対応をとるための手続き等を規定している．つまり，商店が都市内に参入する際に，住民の厚生に配慮した立地規制を行うケースである．本分析ではこのケースを追随商店への「立地規制」と呼ぶ.

2 つ目は，政府は先導商店が立地する前に追随商店への規制立地点を決定するものである．このとき先導商店は，その決定された追随商店の規制立地点を知ったうえで自店の立地点の決定を行う．この規制は「都市計画法」のような用途地域規制を想定している．改正都市計画法では，大型店の出店を市街化区域の「近隣商業地域」「商業地域」「準工業地域」にのみ認めている．これは，政府により商店への規制立地点があらかじめ決められていることになる．本分析ではこのケースを追随商店への「立地点規制」と呼ぶ．本節では，この 2 つの立地規制均衡と，市場均衡および社会的最適を比較することで，非効率是正のための都市政策について考察を行う.

5.5.2　追随商店への「立地規制」分析

本項では追随商店への立地規制分析を行う．5.3 節と同様に，商店の立地と価格決定に順番を与え，まず 1

段階目の立地規制を含めた立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に，2 段階目の価格関数が 1 段階目の立地規制均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後ろ向き帰納法の考え方を用いる．第 1 段階の立地決定は逐次的であり，まず先導商店である商店 1 が自店の利潤を最大に出来るように立地し，そのもとで政府が都市内の総地代収入を最大にするよう商店 2 への立地規制を行う．すなわち，ここでもまず先導商店の立地変数を所与としたときの政府の追随商店への立地規制戦略の導出を行い，続いて政府の立地戦略をもとに先導商店が自店の利潤を最大にできる立地点を探るという後ろ向き帰納法の考えを用いる．第 2 段階の価格競争では，両商店は所定の z_{ig} $(i=1,2)$ に従い価格競争を行う．第 2 段階の価格競争における価格関数は，政府の立地規制が行われない市場競争において決定される価格と同じである．したがって，「5.3.3　開放都市モデル分析の構築」の(3-1)から(3-11)式を用いると，商店の価格による利潤最大化問題は(3-12)，(3-13)式で与えられる．

$$\max_{p_1} \quad \pi_1(p_{1g}, p_{2g}, z_{1g}, z_{2g}) = p_1 \cdot (\bar{z}_g - x_g^L)$$
$$\text{s.t.} \quad p_{1g}, p_{2g} \geq 0, \quad x_g^L \leq z_{1g} \leq 0, \quad x_g^L \leq z_{2g} \leq x_g^R \qquad \text{(再掲)(3-12)}$$

$$\max_{p_2} \quad \pi_2(p_{1g}, p_{2g}, z_{1g}, z_{2g}) = p_{2g} \cdot (x_g^R - \bar{z}_g)$$
$$\text{s.t.} \quad p_{1g}, p_{2g} \geq 0, \quad x_g^L \leq z_{1g} \leq 0, \quad x_g^L \leq z_{2g} \leq x_g^R \qquad \text{(再掲)(3-13)}$$

したがって，各商店の利潤を最大にする第 2 段階の価格関数 $p_{ig}(z_{1g}, z_{2g})$ は「第 2 段階価格競争」の(3-20), (3-21)式が得られる．また，第 2 段階の価格関数のもとでの市場分割点 $\bar{z}_g$，都市境界 x_g^L，x_g^R は，それぞれ(3-22), (3-23)，(3-24)式により得られる．

$$p_{1g}(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{k\left[-7k^2(z_{1g}-z_{2g})+t\left\{6y+t(z_{1g}+z_{2g})\right\}+2k\left\{7y+t(z_{1g}+4z_{2g})\right\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \qquad \text{(再掲)(3-20)}$$

$$p_{2g}(z_{1g}, z_{2g}) = -\frac{k\left[7k^2(z_{1g}-z_{2g})+t\left\{-6y+t(z_{1g}+z_{2g})\right\}+2k\left\{-7y+t(4z_{1g}+z_{2g})\right\}\right]}{35k^2+22kt+3t^2} \qquad \text{(再掲)(3-21)}$$

$$\bar{z}_g(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{(7k+t)(z_{1g}+z_{2g})}{14k+6t} \qquad \text{(再掲)(3-22)}$$

$$x_g^L(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{-3t^2y+7k^3(4z_{1g}+z_{2g})+k^2\left\{-21y+8t(3z_{1g}+z_{2g})\right\}+kt\left\{-16y+t(4z_{1g}+z_{2g})\right\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3} \qquad \text{(再掲)(3-23)}$$

$$x_g^R(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{3t^2y+7k^3(z_{1g}+4z_{2g})+k^2\left\{21y+8t(z_{1g}+3z_{2g})\right\}+kt\left\{16y+t(z_{1g}+4z_{2g})\right\}}{35k^3+57k^2t+25kt^2+3t^3} \qquad \text{(再掲)(3-24)}$$

（1）政府の立地規制

第 2 段階の価格関数 $p_{ig}(z_{1g}, z_{2g})$ を用いて，政府の立地規制を分析する．政府は追随商店（商店 2）の立地をコントロールして都市内の総地代収入を最大にするような立地規制を行うとする．このとき，商店 1 が自由

に決定する立地は（$\bar{z}_{1g}$）で示す．都市内の総地代収入 $TLR_g(z_{1g}, z_{2g})$ は，「5.3.3　市場均衡での地代曲線と総地代収入」で導出した総地代収入関数(3-87)式に(3-20)から(3-24)式を代入することによって導出できる（式が複雑になるため付録に掲載する）．政府の総地代収入最大化問題は以下のように与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{z_{2g}} \quad TLR_g(\bar{z}_{1g}, z_{2g})\\ &\text{s.t.} \quad p_{1g}, p_{2g} \geq 0, \quad x_g^L \leq z_{1g} \leq 0, \quad x_g^L \leq z_{2g} \leq x_g^R\end{aligned} \tag{5-1}$$

関数 $TLR_g(z_{1g}, z_{2g})$ の z_{2g} に関する一階微分と二階微分はそれぞれ以下となる．

$$\frac{\partial TLR_g(\bar{z}_{1g}, z_{2g})}{\partial z_{2g}} = \frac{k\begin{bmatrix} t^4\{18y + t(\bar{z}_{1g} - 35z_{2g})\} + 2009k^5(\bar{z}_{1g} - z_{2g}) + 2k^2t^2(382y \\ +231t\bar{z}_{1g} - 1325tz_{2g}) + 6k^3t(224y + 341t\bar{z}_{1g} - 1021tz_{2g} \\ +7k^4(126y + 519t\bar{z}_{1g} - 869tz_{2g}) + kt^3(192y + 41t\bar{z}_{1g} - 505tz_{2g}) \end{bmatrix}}{2(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \tag{5-2}$$

$$\frac{\partial^2 TLR(\bar{z}_{1g}, z_{2g})}{\partial z_{2g}^2} = -\frac{k(2009k^5 + 6083k^4t + 6126k^3t^2 + 2650k^2t^3K505kt^4 + 35t^5)}{2(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \quad (<0) \tag{5-3}$$

二階微分(5-3)式が負となることから，政府の総地代収入最大化問題は $\partial TLR_g / \partial z_{2g} = 0$ を z_{2g} について解くことで(5-4)式で与えられる．

$$z_{2g}^{\max} = \frac{\begin{bmatrix} 2009k^5\bar{z}_{1g} + t^4(18y + t\bar{z}_{1g}) + kt^3(192y + 41t\bar{z}_{1g}) + 21k^4(42y + 173t\bar{z}_{1g}) \\ +2k^2t^2(382y + 231t\bar{z}_{1g}) + 6k^3t(224 + 341t\bar{z}_{1g}) \end{bmatrix}}{2009k^5 + 6083k^4t + 6126k^3t^2 + 2650k^2t^3 + 505kt^4 + 35t^5} \tag{5-4}$$

以上より，政府は都市内の総地代収入を最大にするため，商店 2 を $z_{2g} = z_{2g}^{\max}$ に規制立地させることが分かる．

（2）先導商店の立地戦略

5.5.2（1）で導出した政府の商店 2 への立地規制戦略を予期したうえで，先導商店（商店 1）の立地戦略について考える．第 2 段階で導出した商店 1 の利潤関数は「第 2 段階価格競争」で導出した(3-26)式となる．

$$\pi_{1g}(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{k(3k+t)\left[-7k^2(z_{1g} - z_{2g}) + t\{6y + t(z_{1g} + z_{2g})\} + 2k\{7y + t(z_{1g} + 4z_{2g})\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \qquad \text{(再掲)(3-26)}$$

ここで，商店 1 は第 1 段階での立地をコントロールして利潤を最大化すると仮定する．商店 1 の利潤最大化問題は以下のように与えられる．

$$\max_{z_1} \quad \pi_1(z_1, z_{2g}^{\max}) = p_{1g} \cdot (\bar{z}_g - x_g^R)$$

$$\text{s.t.} \quad p_{1g}, p_{2g} \ge 0, \quad x_g^L \le z_{1g} \le 0, \quad x_g^L \le z_{2g} \le x_g^R, \quad z_{2g} = z_{2g}^{\max} \tag{5-5}$$

(5-5)式より，(3-26)式に $z_{2g} = z_{2g}^{\max}$ を代入することにより，以下を得る．

$$\pi_{1g}(z_{1g}, z_{2g}^{\max}) = \frac{\left[\begin{array}{l} 8k(3k+t)\left\{t^4(19y+3tz_{1g})+7k^4(35y+3tz_{1g})+16k^2t^2 \right. \\ \left.(35y+6tz_{1g})+2kt^3(91y+15tz_{1g})+2k^3t(329y+53tz_{1g})\right\}^2 \end{array}\right]}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \tag{5-6}$$

(5-6)式より，商店 1 の利潤関数 $\pi_{1g}(z_{1g}, z_{2g}^{\max})$ の z_{1g} による一階微分と二階微分はそれぞれ次のように与えられる．

$$\frac{\partial \pi_{1g}(z_{1g}, z_{2g}^{\max})}{\partial z_{1g}} = \frac{\left[\begin{array}{l} 16kt(3t+t)^2(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^2)\left\{t^4(19y+3tz_{1g})+7k^4(35y+3tz_{1g})\right. \\ \left.+16k^2t^2(35y+6tz_{1g})+2kt^3(91y+15tz_{1g})+2k^3t(329y+53tz_{1g})\right\} \end{array}\right]}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \tag{5-7}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{1g}(z_{1g}, z_{2g}^{\max})}{\partial z_{1g}^2} = \frac{16kt^2(3k+t)^3(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \quad (>0) \tag{5-8}$$

商店 1 の利潤最大化問題について考える．商店 1 の利潤関数(5-6)式をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(5-8)式から $\partial^2 \pi_{1g} / \partial z_{ig}^2 > 0$ であるため，利潤を最大にできる商店 1 の立地点は端点解であることがわかる．したがって，商店 1 の利潤関数 $\pi_{1g}(z_{1g}, z_{2g}^{\max})$ の z_{1g} に x_g^L，0 を代入し，端点解の比較を行うことで商店 1 の立地戦略について分析を行う．

商店 1 が左端境界に立地（$z_{1g} = x_g^L$）するとき，商店 1 の利潤は以下となる．

$$\pi_1(x^L, z_{2g}^{\max}) = \frac{512k(k+t)(3k+t)(28k^3+41k^2t+17kt^2+2t^3)^2 y^2}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \tag{5-9}$$

商店 1 が中心に立地（$z_{1g} = 0$）するとき，商店 1 の利潤は以下となる．

$$\pi_1(0, z_{2g}^{\max}) = \frac{8k(3k+t)(254k^4+658k^3t+560k^2t^2+182kt^3+19t^4)^2 y^2}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \tag{5-10}$$

(5-9)式と(5-10)式を比較するため，その差をとると以下が得られる．

$$
\pi_1(x^L, z_{2h}^{\max^{TLR}}) - \pi_1(0, z_{2h}^{\max^{TLR}}) =
- \frac{\begin{bmatrix} 8k(3k+t)^3(7k+5t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3) \\ *(49k^3+113k^2t+55kt^2+7t^3)(921641k^9+5124665k^8t+11870628k^7t^2 \\ +15020508k^6t^3+11442702k^5t^4+5447014k^4t^5 \\ +1623124k^3t^6+291796k^2t^7+29137kt^8+1225t^9)y^2 \end{bmatrix}}{\begin{matrix}(k+t)(1925k^5+5659k^4t+5742k^3t^2+2530k^2t^3+493kt^4+35t^5) \\ *(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2\end{matrix}} \quad (<0) \tag{5-11}
$$

(5-11)式が負となることから，商店 1 は左端境界に立地するよりも，中心（CBD）に立地する方がより高い利潤を得られることが分かる．よって，均衡では商店 1 は $z_{1g}^*=0$ に立地する．このとき商店 2 の立地点は(5-4)式に $z_{1g}^*=0$ を代入することで以下のように導出できる．

$$
z_{2g}^* = \frac{2(21k^2+16kt+3t^2)^2 y}{2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5} \tag{5-12}
$$

導出した立地規制均衡立地点 z_{1g}^*，z_{2g}^* より，均衡での都市境界，都市サイズ（人口），各商店の財価格，利潤，市場分割点,，総地代収入はそれぞれ以下のように導出できる．

$$
x_g^{L^*} = -\frac{(1029k^5+3451k^4t+3886k^3t^2+1922k^2t^3+4295kt^4+35t^5)y}{2009k^6+8092k^5t+12209k^4t^2+8776k^3t^3+3155k^2t^4+540kt^5+35t^6} \tag{5-13}
$$

$$
x_g^{R^*} = \frac{(1911k^4+3136k^3t+1790k^2t^2+424kt^3+35t^4)y}{2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5} \tag{5-14}
$$

$$
N_g^* = \frac{2(1470k^5+4249k^4t+4406k^3t^2+2068k^2t^3+444kt^4+35t^5)y}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)} \tag{5-15}
$$

$$
p_{1g}^* = \frac{4k(245k^4+658k^3t+580k^2t^3+182kt^3+19t^4)y}{2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5} \tag{5-16}
$$

$$
p_{2g}^* = \frac{4k(245k^4+595k^3t+491k^2t^3+157kt^3+16t^4)y}{2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5} \tag{5-17}
$$

$$
\pi_{1g}^* = \frac{8k(3k+t)(98k^3+231k^2t+164kt^2+35t^3)y^2}{(k+t)(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \tag{5-18}
$$

$$
\pi_{2g}^* = \frac{8k(k+t)(3k+t)(245k^3+350k^2t+141kt^2+16t^3)y^2}{(2009k^5+6083k^4t+6126k^3t^2+2650k^2t^3+505kt^4+35t^5)^2} \tag{5-19}
$$

$$
TLR_g^* = \frac{(3k+t)^2(98k^3+231k^2t+164kt^2+35t^3)y^2}{2009k^6+8092k^5t+12209k^4t^2+8776k^3t^3+3155k^2t^4+540kt^5+35t^6} \tag{5-20}
$$

このときの均衡商店立地を図示すると，図 23 となる．

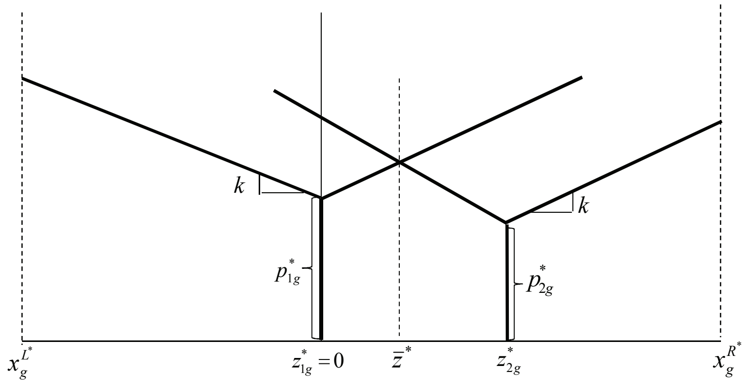

図 23　立地規制均衡での均衡商店立地

5.5.3　追随商店への「立地点規制」の分析

本項では追随商店への事前の立地点規制の分析を行う．追随商店への「立地規制」の分析とは異なり，政府は先導商店である商店 1 の立地戦略を知ったうえで商店 2 への立地規制を行い，商店 1 はその規制立地点をもとに自店の利潤が最大となるように立地点を決定する．これは，追随商店への「立地規制」分析が商店 1 の立地後に政府が規制地点のアナウンスを行うのに対し，追随商店への「立地点規制分析」では商店 1 が立地する前に政府が規制立地点のアナウンスを行うものと解釈できる．前項と同様，本項においても商店の立地決定と価格決定に順番を与え，まず 1 段階目の立地規制における立地変数を所与として 2 段階目の価格競争における均衡を求め，次に，2 段階目の価格関数が 1 段階目の立地規制均衡立地に依存して決まっていることを予期しながら 1 段階目の均衡を探るという後ろ向き帰納法の考え方を用いる．第 1 段階の立地決定は逐次的であり，まず先導商店が先に都市内に参入し，続いて，政府による立地規制を行われた追随商店が都市内に立地する．しかし，本節では政府による追随商店の規制立地点は先導商店が立地を行う前にアナウンスされ，かつそれが必ず実行されるため後向き帰納法によってまず商店 1 の立地戦略を分析し，続いて政府の立地規制戦略を分析するという手法となる（このため，ゲームモデルとしての先導者は政府となる）．このとき，一般性を失うことなく政府は商店 2 への規制立地点を CBD の右側$(0 \le z_{2h} \le x^R)$で決定するとし，商店 1 は自店の立地点を商店 2 の規制立地点よりも左側$(x_k^L \le z_{1h} \le z_{2k})$で決定できるとする．

第 2 段階の価格競争では，商店 2 は政府が定めた立地点z_{2h}に従い価格競争を行う．このとき市場競争において導出された価格関数$p_{ih}(z_{1h}, z_{2h})$ $(i=1,2)$は前節と同様(3-20)，(3-21)式となり，第 2 段階の価格関数のもとでの市場分割点$\bar{z}_h$，都市境界x_h^L，x_h^Rはそれぞれ(3-22)，(3-23)，(3-24)式となる．

（1）先導商店の立地戦略

第 2 段階の価格関数$p_{ih}(z_{1h}, z_{2h})$ $(i=1,2)$を用いて，先導商店（商店 1）の立地戦略を導出する．商店 1 は自店の利潤が最大となるように立地点の決定を行う．その際，政府によりすでに決定している商店 2 の規制立地点は所与（$\bar{z}_{2h}$）とする．第 2 段階での商店 1 の利潤関数は「第 2 段階価格競争」で導出した(3-26)式となる．

$$\pi_{1h}(z_{1h}, z_{2h}) = \frac{k(3k+t)\left[-7k^2(z_{1h}-z_{2h})+t\{6y+t(z_{1h}+z_{2h})\}+2k\{7y+t(z_{1h}+4z_{2h})\}\right]^2}{2(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \quad \text{(再掲)(3-26)}$$

ここで，商店 1 の利潤最大化問題は以下のように与えられる．

$$\max_{z_1 h} \quad \pi_1 h(z_1 h, \bar{z}_{2h}) = p_{1h} \cdot (\bar{z}_h - x_h^R)$$
$$\text{s.t.} \quad p_{1h}, p_{2h} \geq 0, \quad x_h^L \leq z_{1h} \leq z_{2h}, 0 \leq z_{2h} \leq x_h^R \tag{5-21}$$

商店 1 の利潤関数 $\pi_{1h}(z_{1h}, z_{2h})$ の，z_{1h} による一階微分と二階微分はそれぞれ以下となる．

$$\frac{\partial \pi_{1h}(z_{1h}, z_{2h})}{\partial z_{1h}} = \frac{\begin{bmatrix} k(3k+t)(-7k^2+2kt+t^2)\Big[-7k^2(z_{1h}-z_{2h}) \\ +t\{6y+t(z_{1h}+z_{2h})\}+2k\{7y+t(z_{1h}+4z_{2h})\}\Big] \end{bmatrix}}{(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{5-22}$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{1h}(z_{1h}, z_{2h})}{\partial z_{1h}^2} = \frac{k(3k+t)(-7k^2+2kt+t^2)^2}{(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)} \quad (>0) \tag{5-23}$$

商店 1 の利潤最大化問題について考える．商店 1 の利潤関数(3-26)式をみると，利潤は自店の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(5-23)式から $\partial^2 \pi_{1h} / \partial z_{1h}^2 > 0$ であるため，利潤を最大にできる商店 1 の立地点は端点解であることがわかる．したがって，商店 1 の利潤関数 $\pi_{1h}(z_{1h}, \bar{z}_{2h})$ の z_{1h} に x_h^L，$\bar{z}_{2h}$ を代入し，端点解の比較を行うことで商店 1 の立地戦略について分析を行う．

商店 1 が都市境界に立地（$z_{1h} = x_h^L$）するときの利潤は以下となる．

$$z_{1h}(x_h^L, \bar{z}_{2h}) = \frac{k(k+t)(3k+t)\{7k(y+tz_{2h})+t(5y+tz_{2h})\}^2}{2(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{5-24}$$

商店 1 が商店 2 の規制立地点に近接立地するときの利潤は以下となる．

$$z_{1h}(\bar{z}_{2h}, \bar{z}_{2h}) = \frac{2k(3k+t)(7ky+3ty+5ktz_{2k}+t^2 z_{2k})^2}{(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{5-25}$$

(5-24)式と(5-25)式を比較するため，その差をとると以下となる．

$$\pi_1(x_k^L, z_{2k}) - \pi_1(\bar{z}_{2h}, \bar{z}_{2h}) = \frac{\begin{bmatrix} k(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)\Big\{3t^2(y+tz_{2h})+4kt(4y+5tz_{2h})+k^2(21y+25tz_{2h})\Big\}\Big\{7k^4(49y+45tz_{2h}) \\ +3t^4(11y+3tz_{2h})+2kt^3(157y+59tz_{2h})+4k^2t^2(283y+127tz_{2h})+2k^3t(539y+389tz_{2h})\Big\} \end{bmatrix}}{2(k+t)(245k^5+1309k^4t+1482k^3t^2+666k^2t^3+129kt^4+9t^5)^2} \tag{5-26}$$

(5-26)式をみると，商店 1 の利潤の差 $\pi_1(x_k^L, z_{2k}) - \pi_1(\bar{z}_{2h}, \bar{z}_{2h})$ は $\bar{z}_{2h}$ について 2 次関数となっていることが分かる．そこで，(5-26)式を $\bar{z}_{2h}$ の関数とみることで，商店 2 の最適立地点と商店 1 の立地点の関係の分析を行う．(5-26)

式の $\bar{z}_{2h}$ に関する一階微分と 2 階微分はそれぞれ(5-27)式，(5-28)式となる．

$$\frac{\partial(\pi_{1h}(x_h^L,\bar{z}_{2h})-\pi_1(z_{2h},z_{2h}))}{\partial z_{2h}}=$$

$$\frac{\begin{bmatrix} kt(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)\{7k^5(217y+225t\bar{z}_{2h})+9t^5(7y+3t\bar{z}_{2h})+21kt^4(35y+19t\bar{z}_{2h}) \\ +5k^4t(1043y+967t\bar{z}_{2h})+2k^2t^3(1553y+1057t\bar{z}_{2h})+2k^3t^2(3001y+2437t\bar{z}_{2h})\} \end{bmatrix}}{(5k^2+6kt+t^2)(49k^4+252k^3t+246k^2t^2+84kt^3+9t^4)^2} \tag{5-27}$$

$$\frac{\partial^2(\pi_1(x_h^L,\bar{z}_{2h})-\pi_1(\bar{z}_{2h},\bar{z}_{2h}))}{\partial z_{2h}^2}=$$

$$\frac{kt^2(3k+t)(7k^2-2kt-t^2)(315k^4+904k^3t+794k^2t^2+264kt^3+27t^4)}{(k+t)(49k^4+252k^3t+246k^2t^2+84kt^3+9t^4)^2} \tag{5-28}$$

二階微分（(5-28)式）より，商店 1 の利潤の差の関数が凸関数となるか凹関数となるかは，式中の $(21k^3+k^2t-5kt^2-t^3)$ の正負に依存していることがわかる．ここで，$\pi_1(x_h^L,\bar{z}_{2h})-\pi_1(\bar{z}_{2h},\bar{z}_{2h})=0$ となる $\bar{z}_{2h}$ の導出を行うと(5-29)式となる．

$$\bar{z}_{2h}=\begin{cases} -\dfrac{(21k^2+16kt+3t^2)y}{t(25k^2+20k+3t^2)} \quad (<0) \\ -\dfrac{(343k^4+1078k^3t+952k^2t^2+314kt^3+33t^4)y}{t(315k^4+778k^3t+508k^2t^2+118kt^3+9t^4)} \quad (<0) \end{cases} \tag{5-29}$$

(5-26)，(5-27)，(5-28)，(5-29)式より，商店 1 の利潤の差の関数の形状を図示すると，図 24 となる．

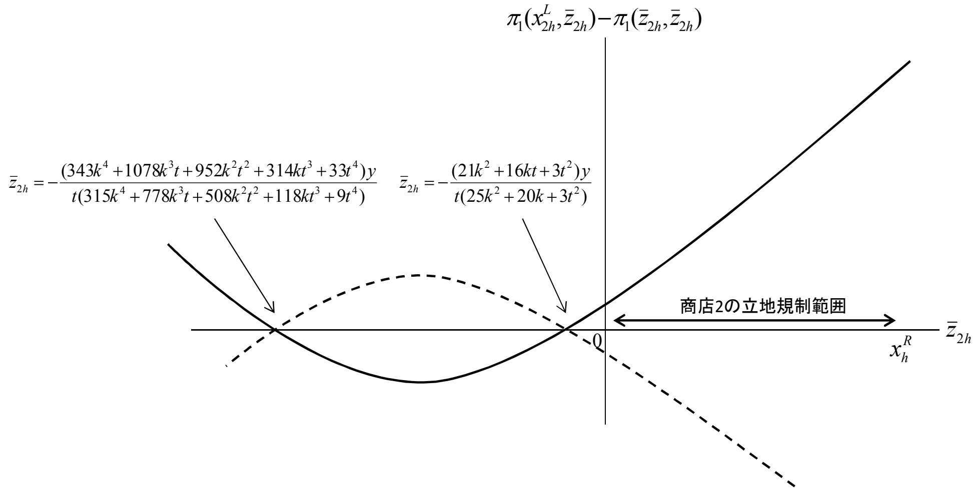

図 24　$\pi_1(x_h^L,\bar{z}_{2h})-\pi_1(\bar{z}_{2h},\bar{z}_{2h})=0$ と $\bar{z}_1$ の関係

（実線：$7k^2-2kt-t^2>0$ の場合，破線：$7k^2-2kt-t^2<0$ の場合）

図 23 をみると，政府の商店 2 への立地規制可能な範囲が都市の右側（$0\le z_1\le x_h^R$）であることから，商店

1 の立地戦略は，あらゆる商店 2 の規制立地点に対して $7k^2-2kt-t^2>0$ のとき $\pi_1(x_h^L,\bar{z}_{2h})>\pi_1(\bar{z}_{2h},\bar{z}_{2h})$ となり左端境界に立地する．一方 $7k^2-2kt-t^2<0$ のとき $\pi_1(x_h^L,\bar{z}_{2h})<\pi_1(\bar{z}_{2h},\bar{z}_{2h})$ となり商店 2 の規制立地点に近接立地することがわかる．

以上をまとめると，商店 1 の立地戦略は次のようになる．

$7k^2-2kt-t^2>0$ のとき，商店 1 は左端境界立地（$z_{1h}=x_h^L$）

$7k^2-2kt-t^2<0$ のとき，商店 1 は商店 2 に近接立地（$z_{1h}=\bar{z}_{2h}$）

（$7k^2-2kt-t^2=0$ のときは，どちらにも立地しうる）

ここで $7k^2-2kt-t^2$ の条件については，「5.3　開放都市モデル分析」と同様に，買物移動費用が通勤費用に比べて相対的に高いとき $7k^2-2kt-t^2$ が成り立ち，買物移動費用が相対的に低いときには $7k^2-2kt-t^2$ が成り立つ．

（1）買物移動費用が相対的に高い場合

前項で導出したように，買物移動費用が相対的に高いとき（$21k^3+k^2t-5kt^2-t^3>0$），商店 1 は左端境界に立地する．政府はこの商店 1 の立地をもとに，商店 2 の規制立地点を決定するとする．政府の総地代収入最大化問題は(5-30)式で与えられる．

$$\begin{aligned}&\max_{z_{2h}} \quad TLR_h(z_{1h},z_{2h})\\&\text{s.t.} \quad p_{1h},p_{2h}\ge 0,\quad x_h^L\le z_{1h}\le z_{2h},\quad 0\le z_{2h}\le x_h^R,\quad z_{1h}=x_h^L\end{aligned} \tag{5-30}$$

商店 1 は左端境界に立地するので，総地代収入関数(3-69)式に $z_{1h}=x_h^L$ として z_{1h} について解いたものを代入すると(5-31)式となる．

$$TLR_h(x^L,z_{2h})=\frac{\begin{bmatrix}36t^6y^2-196k^7tz_{2h}^2+2k^4t^2(565y^2+278tyz_{2h}-2721t^2z_{2h}^2)+\\k^2t^4(1339y^2+294tyz_{2h}-481t^2z_{2h}^2)+kt^5(361y^2+34tyz_{2h}^2-35t^2z_{2h}^2)\\-3k^6(147y^2+294tyz_{2h}+751t^2z_{2h}^2)-3k^5t(161y^2+274tyz_{2h}^2\\+1853t^2z_{2h}^2)+k^3(2154t^3y^2+820t^4yz_{2h}^2-2418t^5z_{2h}^2)\end{bmatrix}}{4(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{5-31}$$

(5-31)式より，総地代収入関数の z_{2h} に関する一階微分と二階微分はそれぞれ(5-32)，(5-33)式となる．

$$\frac{\partial TLR_L(x_h^L,z_{2h})}{\partial z_{2h}}=-\frac{\begin{bmatrix}kt\{196k^6z_{2k}+t^5(-17y+35tz_{2k})+kt^4(-147y+481tz_{2k})+3k^5(147y+751tz_{2k})+\\2k^2t^2(-205y+1209tz_{2k})+3k^4t(137y+1853tz_{2k})+2k^3t^2(-139y+2721tz_{2k})\}\end{bmatrix}}{2(k+t)(7k^3+33k^2t+21kt^2+3t^3)^2} \tag{5-32}$$

$$\frac{\partial^2 TLR_h(x_h^L, z_{2h})}{\partial z_{2h}^2} = -\frac{\left[\begin{array}{l} kt(196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 \\ +5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6) \end{array}\right]}{2(k+t)(7k^3 + 33k^2t + 21kt^2 + 3t^3)^2} \quad (< 0) \tag{5-33}$$

政府の総地代収入最大化問題について考えよう．総地代収入関数（(5-31)式）をみると，総地代収入は商店2の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(5-33)式から $\partial TLR_h^2 / \partial z_{2h}^2 < 0$ であるため，総地代収入を最大にできる商店2の規制立地点は内点解であることがわかる．したがって，総地代収入を最大にする商店2の規制立地点は $\partial TLR_h / \partial z_{2h} = 0$ を z_{2h} について解くことによって，(5-44)式のように導出できる．

$$z_{2h}^{\max} = \frac{(3k+t)^2(-49k^3 - 13k^2t + 45kt^2 + 17t^3)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-44}$$

よって，立地規制均衡では商店2は政府によって $z_{2h}^* = z_{2h}^{\max}$ に規制される．このとき商店1の立地点である左端境界の座標は(5-44)式を用いて(5-45)式となる．

$$z_{1h}^* = x_h^{L*} = -\frac{(1029k^5 + 327k^4t + 3658k^3t^2 + 1830k^2t^3 + 417kt^4 + 35t^5)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-45}$$

(5-44)，(5-45)式より，均衡での都市境界，都市サイズ（人口），各商店の財価格，利潤，市場分割点,，総地代収入はそれぞれ以下のように導出できる．

$$x_h^{R*} = \frac{(-441k^5 + 639k^4t + 2038k^3t^2 + 1438k^2t^3 + 387kt^4 + 35t^5)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-46}$$

$$N_h^* = \frac{2(294k^5 + 1955k^4t + 2848k^3t^2 + 1634k^2t^3 + 402kt^4 + 35t^5)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-47}$$

$$p_{1h}^* = \frac{4k(49k^5 + 306k^4t + 572k^3t^2 + 446k^2t^3 + 147kt^4 + 16t^5)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-48}$$

$$p_{2h}^* = \frac{4k(49k^5 + 411k^4t + 790k^3t^2 + 594k^2t^3 + 185kt^4 + 19t^5)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-49}$$

$$\pi_{1h}^* = \frac{8k(k+t)(3k+t)(49k^4 + 257k^3t + 315k^2t^2 + 131kt^3 + 16t^4)y}{(196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6)^2} \tag{5-50}$$

$$\pi_{2h}^* = \frac{8k(k+t)(3k+t)(49k^4 + 362k^3t + 428k^2t^2 + 166kt^3 + 19t^4)y}{(196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6)^2} \tag{5-51}$$

$$\bar{z}_h^* = -\frac{(7k+t^2)(15k^3 + 29k^2t + 17kt^2 + 3t^3)y}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-52}$$

$$TLR_h^* = \frac{(3k+t)^2(-49k^3 + 37k^2t + 105kt^2 + 35t^3)y^2}{196k^6 + 2253k^5t + 5559k^4t + 5442k^3t^2 + 5442k^3t^2 + 2418k^2t^2 + 481kt^5 + 35t^6} \tag{5-53}$$

また，このときの均衡商店立地を図示すると図 25 となる．

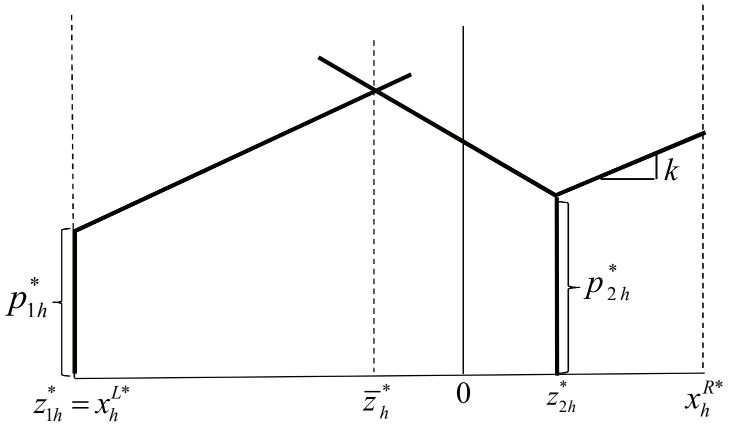

図 25　立地規制均衡での均衡商店立地（$7k^2-2kt-t^2>0$）

（2）買物移動費用が相対的に低い場合

買物移動費用が相対的に低いとき（$7k^2-2kt-t^2<0$），商店 1 は商店 2 の規制立地点に近接立地する．政府はこの商店 1 の立地をもとに, 商店 2 の規制立地点を決定するとする. 政府の総地代収入最大化問題は(5-30)式で与えられる．

$$
\begin{aligned}
&\max_{z_{2h}}\ TLR_h(z_{1h},z_{2h}) \\
&\text{s.t. } p_{1h},p_{2h}\geq 0\ ,\ x^L_h\leq z_{1h}\leq z_{2h},\quad 0\leq z_{2h}\leq x^R_h,\quad z_{1h}=z_{2h}
\end{aligned}
\tag{5-54}
$$

商店 1 は商店 2 近接立地するので，総地代収入関数(3-69)式に $z_{1h}=z_{2h}$ を代入すると(5-55)式となる．

$$
TLR_h(z_{2k},z_{2k})=\frac{\begin{bmatrix}9t^4y^2-1225k^5tz_{2k}^2+3k^4(147y^2-680t^2z_{2k}^2)+k^3(672ty^2\\-1094t^3z_{2k}^2)+k^2(382t^2y^2-232t^4z_{2k}^2)+k(96t^3y^2-17t^5z_{2k}^2)\end{bmatrix}}{(k+t)(35k^2+22k^2t+3t^2)^2}
\tag{5-55}
$$

(5-55)式より，総地代収入関数の z_{2h} に関する一階微分と二階微分はそれぞれ(5-56)，(5-57)式となる．

$$
\frac{\partial TLR_h(z_{2h},z_{2h})}{\partial z_{2h}}=-\frac{2kt(49k^2+62kt+17t^2)z_{2h}}{(k+t)(7k+3t)^2}
\tag{5-56}
$$

$$
\frac{\partial^2 TLR(z_{2h},z_{2h})}{\partial z_{2h}^2}=-\frac{2kt(49k^2+62kt+17t^2)}{(k+t)(7k+3t)^2}\ \ (<0)
\tag{5-57}
$$

政府の総地代収入最大化問題について考えよう．総地代収入関数（(5-55)式）をみると，総地代収入は商店 2 の立地点に関して二次関数であることがわかる．また，(5-57)式から $\partial TLR_h^2/\partial z_{2h}^2<0$ であるため，総地代収入を最大にできる商店 2 の規制立地点は内点解であることがわかる．したがって，総地代収入を最大にする商

店 2 の規制立地点は$\partial TLR_h / \partial z_{2h} = 0$を$z_{2h}$について解くことによって，(5-58)式のように導出できる．

$$z_{2h}^{\max} = 0 \tag{5-58}$$

よって，立地規制均衡では商店 2 は政府によって$z_{2h}^* = 0$に規制される．このとき商店 1 は商店 2 の規制立地点に近接立地するため，均衡での商店 1 の立地点も同様に$z_{1h}^* = 0$となる．これは第 3 章「開放都市モデル分析」の市場均衡（$21k^3 + k^2 t - 5kt^2 - t^3 < 0$のとき）での商店の立地と同様である．$z_{1h}^* = 0$，$z_{2h}^* = 0$を用いて均衡での都市境界，都市サイズ（人口），各商店の財価格，利潤，市場分割点,，総地代収入はそれぞれ以下のように導出できる．

$$x_h^{R*} = \frac{(3k+t)y}{(k+t)(5k+t)} \tag{5-59}$$

$$x_h^{L*} = -\frac{(3k+t)y}{(k+t)(5k+t)} \tag{5-60}$$

$$N_h^* = \frac{2(3k+t)y}{(k+t)(5k+t)} \tag{5-61}$$

$$p_{1h}^* = p_{2h}^* = \frac{2ky}{5k+t} \tag{5-62}$$

$$\pi_{1h}^* = \pi_{2h}^* = \frac{2k(3k+t)y^2}{(k+t)(5k+t)^2} \tag{5-63}$$

$$\bar{z}_h^* = 0 \tag{5-64}$$

$$TLR_h^* = \frac{(3k+t)^2 y^2}{(k+t)(5k+t)^2} \tag{5-65}$$

また，このときの均衡商店立地を図示すると図 26 となる．

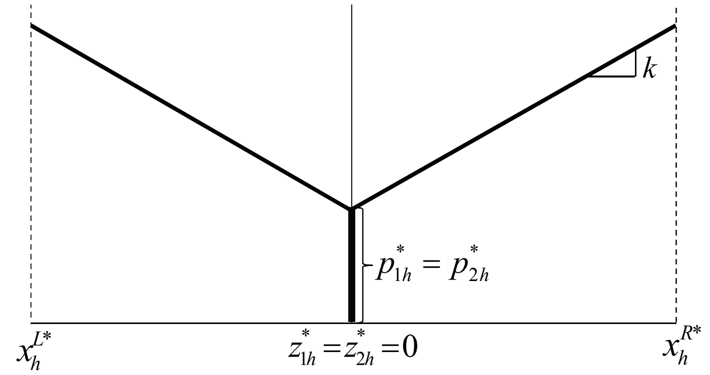

図 26　立地規制均衡での均衡商店立地（$7k^2 - 2kt - t^2 < 0$）

5.5.4　市場均衡と２つの立地規制の比較

本項では市場均衡と２種類の立地規制均衡（追随商店への「立地規制」および「立地点規制」）との比較

を行う．市場均衡および追随商店への立地点規制については，買物費用の高低（$7k^2-2kt-t^2$の符号）によって商店の均衡立地点が変わるため，まず買物費用が相対的に高いとき（$7k^2-2kt-t^2>0$）の比較を行い，続いて買物費用が低いとき（$7k^2-2kt-t^2>0$）の比較を行う．なお，表 4，5 および図 26，27 には社会的最適で得られた結果も同時に記載している．

買物費用が高いとき（$7k^2-2kt-t^2>0$）の比較結果は表 4 となる．また，このときの市場均衡と立地規制均衡での地代曲線の関係は図 27 のようになる．

表 4　市場均衡と立地規制均衡の比較（$7k^2-2kt-t^2>0$）

右端境界	$x_h^{R*} < x_{so}^{R*} < x_g^{R*} < x^{R*}$	商店１の財価格	$p_{1so}^* < p_{1h}^* < p_{1g}^* < p_1^*$
左端境界	$x_h^{L*} < x_{so}^{L*} < x_g^{L*} < x^{L*}$	商店２の財価格	$p_{2g}^* < p_{2h}^* < p_2^* < p_{2so}^*$
商店１の立地点	$z_{1h}^* < z_{1so}^* < z_1^* = z_{1g}^* = 0$	商店１の利潤	$\pi_{1so}^* < \pi_{1h}^* < \pi_{1g}^* < \pi_1^*$
商店２の立地点	$z_{2h}^* < z_{2so}^* < z_{2g}^* < z_2^*$	商店２の利潤	$\pi_{2g}^* < \pi_2^* < \pi_{2so}^* < \pi_{2h}^*$
人口・都市サイズ	$N_g^* < N_{so}^* < N_h^* < N^*$	総地代収入	$TLR^* < TLR_h^* < TLR_g^* < TLR_{so}^*$

表中の下付き添え字は以下を表す。

添え字なし：市場均衡での結果，so ：社会的最適での結果

g ：追随者への立地規制均衡での結果，h ：追随者への立地点規制均衡での結果

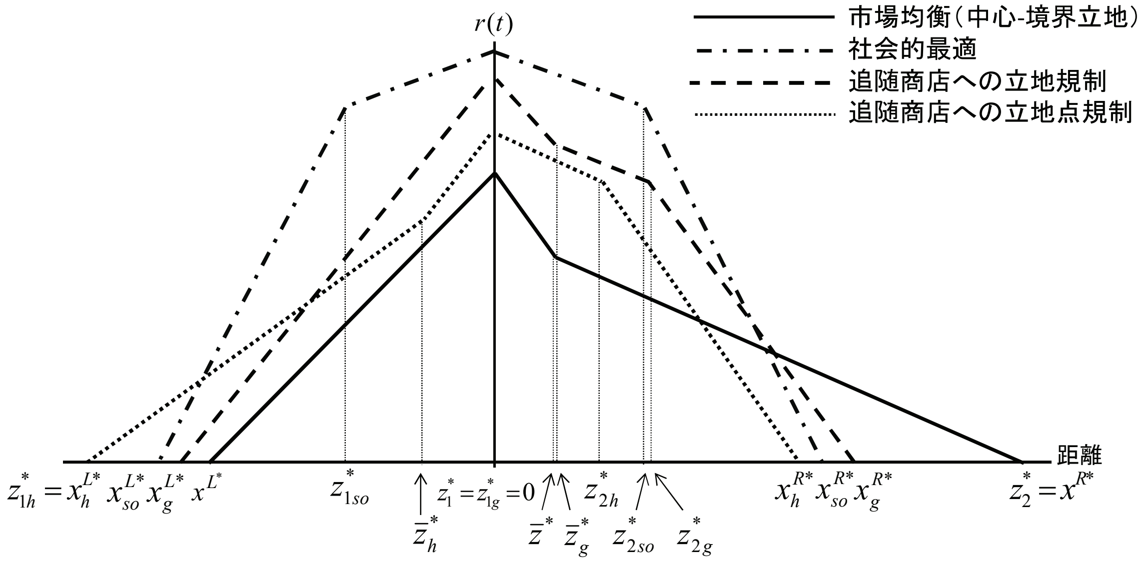

図 27　市場均衡と立地規制均衡での地代曲線（$7k^2-2kt-t^2>0$**のとき**）

買物費用が相対的に低いとき（$7k^2-2kt-t^2<0$）の比較結果は表 5 となる．また，このときの市場均衡と立地規制均衡での地代曲線の関係は図 28 のようになる．

表 5　市場均衡と立地規制均衡の比較（$7k^2-2kt-t^2<0$）

右端境界	$x_h^{R*}=x^{R*}<x_{so}^{R*}<x_g^{R*}$	商店 1 の財価格	$p_{1h}^*=p_1^*<p_{1so}^*<p_{1g}^*$
左端境界	$x_{so}^{L*}<x_g^{L*}<x_h^{L*}=x^{L*}$	商店 2 の財価格	$p_{2g}^*<p_{2h}^*=p_2^*<p_{2so}^*$
商店 1 の立地点	$z_{so}^*<z_1^*=z_{1g}^*=z_{1h}^*=0$	商店 1 の利潤	$\pi_{1h}^*=\pi_1^*<\pi_{1so}^*<\pi_{1g}^*$
商店 2 の立地点	$z_{2h}^*=z_2^*=0<z_{2so}^*<z_{2g}^*$	商店 2 の利潤	$\pi_{2g}^*<\pi_{2h}^*=\pi_2^*<\pi_{2so}^*$
人口・都市サイズ	$N_h^*=N^*<N_g^*<N_{so}^*$	総地代収入	$TLR_h^*=TLR^*<TLR_g^*<TLR_{so}^*$

表中の下付き添え字は以下を表す。

添え字なし：市場均衡での結果，so：社会的最適での結果

g：追随者への立地規制均衡での結果，h：追随者への立地点規制均衡での結果

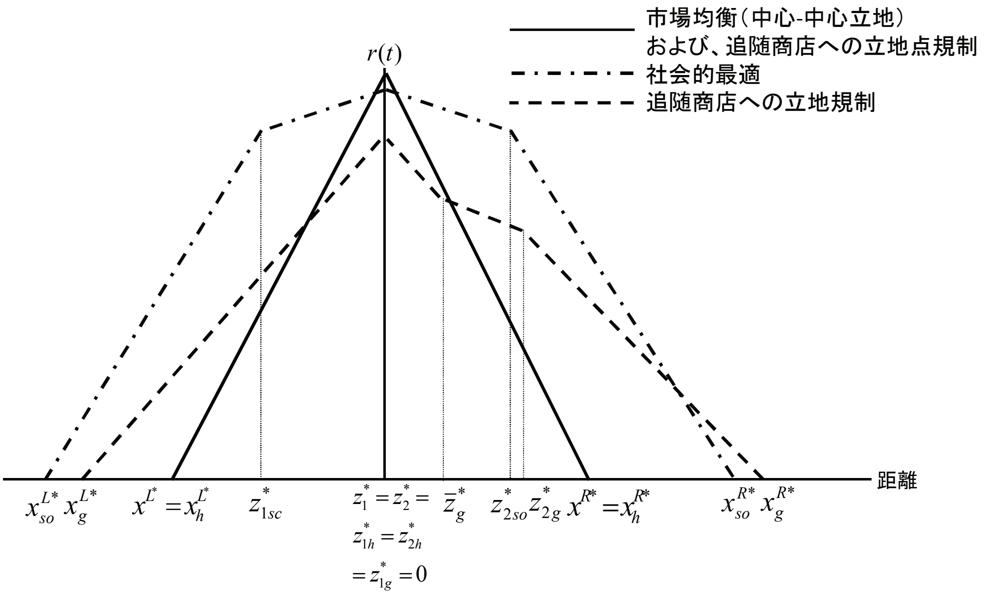

図 28　市場均衡と立地規制均衡での地代曲線（$7k^2-2kt-t^2<0$のとき）

表 4 から，買物費用が相対的に高い場合（$7k^2-2kt-t^2>0$），2 種類の立地規制のどちらを行っても市場均衡より高い都市厚生を達成できていることがわかる．特に，「立地規制」より「立地点規制」の方が都市厚生はより高いことがわかる．また，規制を行うことにより先導商店（商店 1）はより CBD 側に立地点を選択しており，追随商店（商店 2）はより左端境界側に立地規制されていることがわかる．都市サイズについては，規制によって市場均衡時よりも都市サイズが小さくなっていることがわかる．これは，コンパクトシティに代表される集約型都市構造を意味していると考えられ，規制によって都市はコンパクトでかつ都市厚生はより大きくなる．一方で，規制を行うことで各商店の財価格は市場均衡よりも低くなり，それによって利潤も低下していることがわかる．

表 5 から，買物費用が相対的に低い（$7k^2-2kt-t^2<0$）場合も，規制により都市厚生は大きくなる．しかし，「立地点規制」では，均衡で達成される都市構造が市場均衡時と全く同じ結果となっており，都市内の

総地代収入も等しくなるという結果が得られた．このことから買物費用が相対的に低い場合において，「立地点規制」は市場において効果は無く，都市厚生を高めるには「立地規制」を行う必要がある．各商店の財価格および利潤については，「立地規制」を行うことにより先導商店の財価格は市場均衡時よりも低下し，それにより利潤も低下していることがわかる．一方，追随商店の利潤は，財価格が上昇することにより利潤も上昇している．このことから，買物費用が相対的に低い場合，「立地規制」は先導商店に不利な影響を与えていることがわかる．

以上より，規制を行うことで一般的に財価格は下がるが，買物費用が相対的に低いとき「立地点規制」に限り先導商店の価格のみ上昇する．各商店の利潤については，規制により一般的に下がるが，買物費用が相対的に高いとき「立地点規制」に限り追随商店の利潤は上昇し，また，買物費用が相対的に低いとき「立地規制」に限り先導商店の利潤は上昇する．よって，買物費用の如何によって先導商店が「立地規制」を好む場合と，追随商店が「立地点規制」を好む場合が現れることがわかった．

5.5.5　まとめ

本項では，追随商店に対して政府が立地規制を行う場合の立地規制均衡について導出を行った．政府は都市厚生を高くするように規制を行い，都市厚生の判断基準に関しては都市内の総地代収入を用いている．立地規制に関しては 2 つのケースを考え，1 つは追随商店への「立地規制」，2 つ目は追随商店への「立地点規制」である．立地規制政策，特に，追随商店への「立地規制」を行うことによって市場均衡よりも都市厚生を上昇させることが可能であることが示された．

5.6　5 章のまとめ

本研究では，近年の都市の空間立地構造の変化が商業施設の立地と密接な関係をもつことを背景に商業競争が都市構造に与える影響について分析を行った．分析には地域・都市経済学で伝統的に用いられている Alonso 型都市モデルに，Hotelling 型立地価格競争モデルを組み込んだモデルを用い，特に複占商業施設の逐次的な都市参入に焦点を当てている．本節では本研究の主な分析内容とその結論および今後の課題について述べる．

5.2 節では閉鎖都市を仮定したモデルを用いて分析を行っている．その結果，均衡では先導商店，追随商店ともに都市の中心(CBD)に立地することが示された．このような均衡立地が起こる要因として，両商店がともに全都市市場と対象として集客を求めたことが挙げられる．これは，地代を考慮しない一般的な Hotelling の同時立地モデルで得られる中央集積立地と同様の結果であるしかし，閉鎖都市モデルでは都市サイズが固定されており，商業立地の近郊に住宅立地が進むなどの商業競争が都市構造に与える影響について分析出来ない．よって，5.3 節では開放都市を仮定したモデルを用いて分析を行う．

5.3 節では，開放都市を仮定したモデルを用い，市場均衡の導出および商業競争が都市構造に与える影響について分析を行った．結果，買物費用が通勤費用に比べて相対的に高い場合，先導商店は中心に立地し追随商店は都市境界に立地する．一方，買物費用が相対的に低い場合には先導商店，追随商店ともに中心に立地するという結果が得られた．買物費用の如何に関らず先導商店が中心に立地することについては，閉鎖都市モデルと同様に両商店が全都市市場での集客を求めた結果であると考えられる．買物費用が相対的に高いとき，追随商店の立地点は閉鎖都市モデルでの結果とは異なり都市境界となる．このような境界立地になる要因として，買物費用が高いとき市場はローカル化しやすく，追随商店は都市境界に立地することでローカル

な市場をつくり独占力を行使していることが考えられる．また，同時立地モデルとの比較を行うことで，商店の都市内への参入タイミングが均衡立地点に与える影響について分析を行った．その結果，本研究で用いているモデルの仮定や設定の枠組内では，都市内への参入タイミングは商店の均衡立地点に影響を与えないことが示された．

5.4 節では, 都市厚生が最大となる商店の立地点である, 社会的最適な商店の立地点について分析を行った．その結果，社会的最適では市場均衡よりも高い都市厚生を達成できることが示された．しかし，社会的最適な立地点は，買物費用が相対的に高い場合に限り先導商店の利潤を低下させる．

5.5 節では，政府による追随商店に対する立地規制政策について分析を行った．政府の立地規制政策については，追随商店への（先導商店の立地の後という意味で）事後的な立地規制である「立地規制」と（先導商店の立地の前という意味で）事前的な立地点規制である「立地点規制」の 2 つのケースを考え，市場均衡との都市厚生の比較を行った．その結果，追随商店に対する立地規制政策を行うことで都市厚生を上昇させることが可能であることが示された．しかし，政府の立地規制政策は場合によって商店の利潤の上昇，または低下を招くことから，買物費用の如何によって規制をうまく使い分けることが必要とされる．また，規制によって不利な影響を受ける商店に対しては，立地規制政策を積極的に受け入れられるための何らかの補助政策が必要であるといえる．

第 5 章　参考文献

大木健一，「コンパクトシティをどう考えるか」，2005.

内閣府，「高齢者の住宅と生活環境に関する意識調査結果」，2005.

総務省法令データ提供システム，

「大規模小売店舗立地法」（平成 10 年 6 月 3 日法令第 91 号）

「中心市街地活性化法」　（平成 10 年 6 月 3 日法令第 92 号）

「都市計画法」　　　　　（平成 10 年 6 月 3 日法令第 93 号）

http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/strsearch.cgi

佐々木公明・文世一，「都市経済学の基礎」，有斐閣アルマ，2000.

武隈愼一，「ミクロ経済学　増補版」，新世社，2003.

西村和雄，「経済数学早わかり」，日本評論社，1982

武藤滋夫，「『経済入門シリーズ』ゲーム理論入門」，日経文庫，2006.

矢作弘・瀬田史彦，「中心市街地活性化　三法改正とまちづくり」，学芸出版社，2007

福山敬，「『生鮮コンビニ』と郊外スーパーマーケットの競争が都市住宅立地に与える影響に関する分析」，応用地域学会第 19 回研究発表会配布資料，2005.

Lai, F-C. and Tsai, J-F,「Simplified Alonso-Mills-Muth model with a monopolyVendor」, Journal of Urban Economics 63，pp.536-543，2008.

Edward C.Prescott and Michael Visscher，「Sepuential location among firms withForesight」，The Bell Journal of Economics pp.378-393.

安藤直人，「高齢者の住替え費用を考慮した商業競争下の住宅立地分析」，鳥取大学大学院博士前期課程，社会開発システム工学専攻修士論文，2008.

藤宮雄太，「輸送費用と買物費用を考慮した都市商業施設の戦略的立地に関する分析」，鳥取大学大学院博士前期課程，社会開発システム工学専攻修士論文，2008．
砂野佑介，「アロンゾ型都市モデルにおける複占商業立地競争に関する分析」，鳥取大学大学院博士前期課程，社会基盤工学専攻修士論文，2011
Jyh-Fa Tsai and Fu-Chuan Lai，「Spatial Duopoly with Endogenous Land Rent」，2011

第 5 章　付録

5.3 節の付録

■ $7k^2-2kt-t^2$ の正負判定について

$$f(k,t)=7k^2-2kt-t^2 \tag{1}$$

とする．ここで，$t=n\cdot k$（ただし，$t>k$ より $n>1$ である）とすると，(1)式は以下のように書き換えられる．

$$f(k,n)=k^2(7-2n-n^2) \tag{2}$$

(2)式より，関数 $f(k,n)$ の正負は $7-2n-n^2$ の正負に依存していることがわかる．そこで，$7-2n-n^2$ を関数 $g(n)$ とすることで分析を行う

$$g(n)=7-2n-n^2 \tag{3}$$

(3)式の一階微分と二階微分はそれぞれ以下となる．

$$g'(n)=-2-2n \tag{4}$$
$$g''(n)=-2 \tag{5}$$

(5)式から，関数 $g(n)$ は凸関数であることがわかる．また，$g(n)=0$ となる n を導出すると以下となる．

$$n=-1\pm 2\sqrt{2} \tag{6}$$

以上より，関数 $g(n)$ を図示すると図 1 となる．

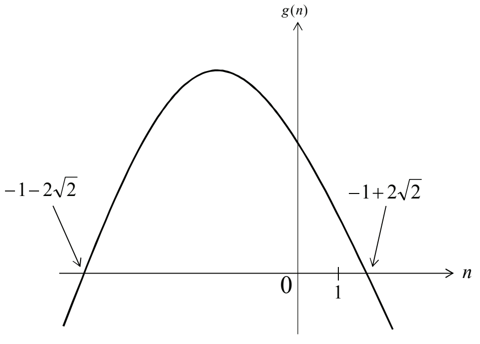

図 1　関数 $g(n)$ の形状

図 1 をみると，関数 $g(n)$ は $1<n<-1+2\sqrt{2}$ のとき正となり，$-1+2\sqrt{2}<n$ のとき負となることがわかる．よって，関数 $f(k,t)$ についても $1<n<-1+2\sqrt{2}$ のとき正となり，$-1+2\sqrt{2}<n$ のとき負となる．

5.4 節の付録

■政府の追随商店への立地規制分析における，総地代収入関数の導出

総地代収入関数（(3-88)式は）以下で表される．

$$
\begin{aligned}
TLR = & \int_{x^L}^{z_1} \{y - p_1 + tx - k(z_1 - x)\} dx + \int_{z_1}^{0} \{y - p_1 + tx - k(x - z_1)\} dx \\
& + \int_{0}^{\hat{x}} \{y - p_1 + tx - k(x - z_1)\} dx + \int_{\hat{x}}^{z_2} \{y - p_2 + tx - k(z_2 - x)\} dx \\
& + \int_{z_2}^{x^R} \{y - p_2 - tx - k(x - z_2)\} dx
\end{aligned}
\tag{3-88}
$$

第 2 段階の価格関数のもとでの各商店の財価格 p_{isc} $(i = 1, 2)$，市場分割点 $\bar{z}_{sc}$，都市境界 x_{sc}^L，x_{sc}^R は，それぞれ(3-22), (3-23)，(3-24)式となる．

$$p_{1sc}(z_{1sc}, z_{2sc}) = \frac{k\left[-7k^2(z_{1sc} - z_{2sc}) + t\{6y + t(z_{1sc} + z_{2sc})\} + 2k\{7y + t(z_{1sc} + 4z_{2sc})\}\right]}{35k^2 + 22kt + 3t^2} \tag{3-20}$$

$$p_{2sc}(z_{1sc}, z_{2sc}) = -\frac{k\left[7k^2(z_{1sc} - z_{2sc}) + t\{-6y + t(z_{1sc} + z_{2sc})\} + 2k\{-7y + t(4z_{1sc} + z_{2sc})\}\right]}{35k^2 + 22kt + 3t^2} \tag{3-21}$$

$$\bar{z}_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc}) = \frac{(7k + t)(z_{1sc} + z_{2sc})}{14k + 6t} \tag{3-22}$$

$$x_{sc}^L(z_{1sc}, z_{2sc}) = \frac{-3t^2 y + 7k^3(4z_{1sc} + z_{2sc}) + k^2\{-21y + 8t(3z_{1sc} + z_{2sc})\} + kt\{-16y + t(4z_{1sc} + z_{2sc})\}}{35k^3 + 57k^2 t + 25kt^2 + 3t^3} \tag{3-23}$$

$$x_{sc}^R(z_{1sc}, z_{2sc}) = \frac{3t^2 y + 7k^3(z_{1sc} + 4z_{2sc}) + k^2\{21y + 8t(z_{1sc} + 3z_{2sc})\} + kt\{16y + t(z_{1sc} + 4z_{2sc})\}}{35k^3 + 57k^2 t + 25kt^2 + 3t^3} \tag{3-24}$$

(3-69)式に，(3-20)から(3-24)式を代入すると(a)式となる．

$$TLR_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc}) = \frac{\left[\begin{aligned} & 36t^4 y^2 - 2009k^6(z_{1sc} - z_{2sc})^2 + 6k^4\{294y^2 - 448ty(z_{1sc} - z_{2sc}) + t^2(-1021z_{1sc}^2 + 682z_{1sc}z_{2sc} - 1021z_{2sc}^2)\} \\ & + k^2t^2\{1528y^2 - 384ty(z_{1sc} - z_{2sc}) + t^2(-505z_{1sc}^2 + 82z_{1sc}z_{2sc} - 505z_{2sc}^2)\} + kt^3\{384y^2 - 36ty(z_{1sc} - z_{2sc}) \\ & + t^2(-35z_{1sc}^2 + 2z_{1sc}z_{2sc} - 35z_{2sc}^2)\} - 7k^5\{252y(z_{1sc} - z_{2sc}) + t(869z_{1sc}^2 - 1083z_{1sc}z_{2sc} + 869z_{2sc}^2\} - 2k^3t \\ & \{-1344y^2 + 764ty(z_{1sc} - z_{2sc}) + t^2(1325z_{1sc}^2 - 462z_{1sc}z_{2sc} + 1325z_{2sc}^2)\} \end{aligned}\right]}{4(k + t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \tag{a}$$

■(a)式が極値をもつことの確認

(a)式が極値をもつことは，ヘッセ行列により確認することができる．(a)式の z_{1sc}，z_{2sc} に関する二階微分および，交差微分はそれぞれ以下となる．

$$\frac{\partial^2 TLR_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc})}{\partial z_{1sc}^2} = -\frac{k(2009k^5 + 6083k^4 t + 6126k^3 t^2 + 2650k^2 t^3 + 505kt^4 + 35t^5)}{2(k + t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \quad (< 0) \tag{4-3}$$

$$\frac{\partial^2 TLR_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc})}{\partial z_{2sc}^2} = -\frac{k(2009k^5 + 6083k^4 t + 6126k^3 t^2 + 2650k^2 t^3 + 505kt^4 + 35t^5)}{2(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \quad (<0) \qquad (4\text{-}5)$$

$$\frac{\partial TLR_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc})}{\partial z_{1sc} \partial z_{2sc}} = \frac{k(2009k^5 + 3633k^4 t + 2046k^3 t^2 + 462k^2 t^3 + 41kt^4 + t^5)}{2(k+t)(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \quad (>0) \qquad (b)$$

$$\frac{\partial TLR_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc})}{\partial z_{2sc} \partial z_{1sc}} = \frac{k(2009k^4 + 1624k^3 t + 422k^2 t^2 + 40kt^3 + t^4)}{2(35k^2 + 22kt + 3t^2)^2} \quad (>0) \qquad (c)$$

よって，ヘッセ行列は(d)式となる.

$$\begin{vmatrix} \dfrac{\partial^2 TLR_{sc}}{\partial z_{1sc}^2} & \dfrac{\partial TLR_{sc}}{\partial z_{1sc} \partial z_{2sc}} \\ \dfrac{\partial TLR_{sc}}{\partial z_{2sc} \partial z_{1sc}} & \dfrac{\partial^2 TLR_{sc}}{\partial z_{2sc}^2} \end{vmatrix} = \frac{k^2 t(49k^2 + 62kt + 17t^2)(41k^3 + 64k^2 t + 21kt^2 + 2t^3)}{(k+t)^2 (5k+t)^2 (7k+3t)^2} \quad (>0) \qquad (d)$$

(4-3)式が負であり，かつ(d)式が正であることから，関数$TLR_{sc}(z_{1sc}, z_{2sc})$は極大値をもつことが分かる.

5.4 節の付録

■政府の追随商店への立地規制分析における，総地代収入関数の導出

総地代収入関数（(3-88)式）は以下で表される.

$$\begin{aligned} TLR = &\int_{x^L}^{z_1} \{y - p_1 + tx - k(z_1 - x)\} dx + \int_{z_1}^{0} \{y - p_1 + tx - k(x - z_1)\} dx \\ &+ \int_{0}^{\hat{x}} \{y - p_1 + tx - k(x - z_1)\} dx + \int_{\hat{x}}^{z_2} \{y - p_2 + tx - k(z_2 - x)\} dx \\ &+ \int_{z_2}^{x^R} \{y - p_2 - tx - k(x - z_2)\} dx \end{aligned} \qquad (3\text{-}88)$$

第 2 段階の価格関数のもとでの財価格p_{ig} $(i = 1, 2)$，市場分割点$\bar{z}_g$，都市境界x_g^L， x_g^Rは，それぞれ(3-20)から (3-24)式となる.

$$p_{1g}(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{k\left[-7k^2(z_{1g} - z_{2g}) + t\{6y + t(z_{1g} + z_{2g})\} + 2k\{7y + t(z_{1g} + 4z_{2g})\}\right]}{35k^2 + 22kt + 3t^2} \qquad (3\text{-}20)$$

$$p_{2g}(z_{1g}, z_{2g}) = -\frac{k\left[7k^2(z_{1g} - z_{2g}) + t\{-6y + t(z_{1g} + z_{2g})\} + 2k\{-7y + t(4z_{1g} + z_{2g})\}\right]}{35k^2 + 22kt + 3t^2} \qquad (3\text{-}21)$$

$$\bar{z}_g(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{(7k+t)(z_{1g} + z_{2g})}{14k + 6t} \qquad (3\text{-}22)$$

$$x_g^L(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{-3t^2 y + 7k^3(4z_{1g} + z_{2g}) + k^2\{-21y + 8t(3z_{1g} + z_{2g})\} + kt\{-16y + t(4z_{1g} + z_{2g})\}}{35k^3 + 57k^2 t + 25kt^2 + 3t^3} \qquad (3\text{-}23)$$

$$x_g^R(z_{1g}, z_{2g}) = \frac{3t^2 y + 7k^3(z_{1g} + 4z_{2g}) + k^2\{21y + 8t(z_{1g} + 3z_{2g})\} + kt\{16y + t(z_{1g} + 4z_{2g})\}}{35k^3 + 57k^2 t + 25kt^2 + 3t^3} \qquad (3\text{-}24)$$

(3-69)式に(3-22)，(3-23)，(3-24)式を代入すると，(e)式となる．

$$TLR_g(z_{1g},z_{2g}) = \frac{\begin{bmatrix} 36t^4y^2 - 2009k^6(z_{1g}-z_{2g})^2 + 6k^4\left\{294y^2 - 448ty(z_{1g}-z_{2g}) + t^2(-1021z_{1g}^2 + 682z_{1g}z_{2g} - 1021z_{2g}^2)\right\} \\ +k^2t^2\left\{1528y^2 - 384ty(z_{1g}-z_{2g}) + t^2(-505z_{1g}^2 + 82z_{1g}z_{2g} - 505z_{2g}^2)\right\} + kt^3\left\{384y^2 - 36ty(z_{1g}-z_{2g}) \right. \\ \left. +t^2(-35z_{1g}^2 + 2z_{1g}z_{2g} - 35z_{2g}^2)\right\} - 7k^5\left\{252y(z_{1g}-z_{2g}) + t(869z_{1g}^2 - 1083z_{1g}z_{2g} + 869z_{2g}^2\right\} - 2k^3t \\ \left\{-1344y^2 + 764ty(z_{1g}-z_{2g}) + t^2(1325z_{1g}^2 - 462z_{1g}z_{2g} + 1325z_{2g}^2)\right\} \end{bmatrix}}{4(k+t)(35k^2+22kt+3t^2)^2} \tag{e}$$

第６章　結論

第 2 章では，地域間道路整備の地方分権化が産業立地に与える影響を調べるため，道路で結ばれた２地域２産業の一般均衡モデルに地域政府の地域間道路整備に関する意思決定を組み込んだモデルを構築し，地域政府は産業立地を与件として整備水準を決定するという設定の下，この分権的整備が中央政府による整備と比べ産業立地にどのような影響を与えるかについて分析を行った．その結果，（中央政府による）既存の地域間道路整備の水準が低いとき，地域間道路整備の地方分権化はさらなる整備をもたらさず，また，当該道路でつながれた各地域の人口規模が大きく異なる場合も同様であることが明らかになった．また，（中央政府による）既存の地域間道路整備の水準がある程度に達している場合には，地域間道路整備の地方分権化はさらなる整備をもたらし，これは当該道路でつながれた各地域の人口規模が近いほど顕著であることが分かった．そして，この場合に限り，産業立地の変更の可能性が広がりうることが確認された．

第 3 章では，小規模な地域政府による地域間交通基盤施設整備の意思決定のタイミングの違いが投資水準に与える影響について分析し，その結果より地方分権下での地域間交通基盤施設整備の意思決定の帰結について検討した．分析の結果．小規模な地域・都市間を繋ぐ交通基盤施設整備の地方分権化は，地域政府による自発的な整備をもたらさず，両地域政府は地域間交通基盤施設整備をいつまでたっても行わない様子見状態が続く可能性があることが示された．そのため，このような小規模な地域間交通基盤施設整備の地方分権化においては，信頼性のある第 3 者機関や上位政府などによる何らかの政策的介入が必要であると考えられる．その際，地域間で戦略的補完性が成立し，特に地域間で人口が対称的な場合には，各地域政府の意思決定のタイミングに差異を与えるような地域間での信頼性のある整備ルールが，一方，地域間で戦略的代替性が成立し，特に地域間で人口が非対称な場合には，各地域政府の意思決定のタイミングに差異を生じさせないような地域間での信頼性のある整備ルールが有効であるものと考えられる．

第 4 章では，Alonso 型都市モデルに複占企業による Hotelling 型立地価格競争モデルを組み込んだ都市経済モデルを構築し, 市場均衡の性質を明らかにした. さらに, 市場均衡と立地規制政策による社会的最適立地との乖離について分析し，非効率性是正のための都市政策について考察した．分析の結果，立地規制を行うと都市サイズは小さくなる．また，総地代収入を都市厚生と考えると，市場均衡よりも立地規制均衡は高い都市厚生となる．したがって，中心市街地活性化を目的とするならば，立地規制を行うのが望ましい．しかし，商店にとっては利潤が減少し，政府が立地規制を行うのを嫌う傾向があると考えられる．このことより，市場均衡と立地規制均衡との間に乖離を生み出すことが分かった．さらに，地代補助を伴う立地規制を行うと立地規制のみの場合よりも総地代収入が高くなり，都市厚生が上昇することが分かった．また, 商店にとっても立地規制のみよりも地代補助を伴う立地規制の方が利潤が高くなることが示された. このことより，地代を免除するとともに都市内への立地に規制することが最も望ましいことが分かる．

第 5 章では，都市厚生が最大となる商店の立地点である，社会的最適な商店の立地点について分析を行った．その結果，社会的最適では市場均衡よりも高い都市厚生を達成できることが示された．しかし，社会的最適な立地点は, 買物費用が相対的に高い場合に限り先導商店の利潤を低下させることが示された. さらに，政府の立地規制政策として，追随商店への（先導商店の立地の後という意味で）事後的な立地規制である「立地規制」と（先導商店の立地の前という意味で）事前的な立地点規制である「立地点規制」の 2 つのケースを考え，市場均衡との都市厚生の比較を行った結果，追随商店に対する立地規制政策を行うことで都市厚生を上昇させることが可能であることが示された．しかし，政府の立地規制政策は場合によって商店の利潤の

上昇，または低下を招くことから，買物費用の如何によって規制をうまく使い分けることが必要とされる．また，規制によって不利な影響を受ける商店に対しては，立地規制政策を積極的に受け入れられるための何らかの補助政策が必要であることが明らかとなった．

謝　辞

本論文を結ぶにあたり, ご指導とご援助をいただいた方々に感謝の意を表したい.

鳥取大学大学院工学研究科福山敬教授には, 博士前期課程からご指導いただき, 研究生を経て, 博士後期課程の現在に至るまで, 約 9 年間という長きにわたり, 終始変わらず暖かいご指導をいただいた. また, 本論文をまとめるにあたっても, 常に懇切なご指導とご援助をいただいた. 福山教授のもとでの研究生活を通して, 様々な価値ある経験をさせていただいたことに, ここに記して, 甚大なる謝意を表します.

同学大学院工学研究科谷本圭志教授, 桑野将司准教授には, 本論文の審査をお引き受けいただき, 貴重なご指導をいただいた. 厚く感謝申し上げます. 特に, 桑野准教授におかれては, 本論文のとりまとめ及び執筆において, 多大な時間と労力を割いていただいたことに深く感謝申し上げます.

同学大学院工学研究科羅貞一助教には, 本論文のとりまとめにおける研究環境の整備にご尽力いただいた. 心より感謝申し上げます.

同学大学院工学研究科土屋哲准教授には, 公聴会等を通して貴重なご意見をいただいた. 厚く感謝申し上げます.

本論文は, 鳥取大学都市計画研究室に在籍した多くの学生（当時）による協力により完成したものである. 特に, 第 2 章は徳田翼君, 第 3 章は高森一馬君, 第 4 章は砂野佑介君, 第 5 章は木村潤君の協力によるものである. ここに感謝の意を表します.

その他, 本論文の作成にあたり直接・間接的にご尽力いただいた多くの方々を銘記し, 深く感謝致します.

最後に，本研究並びにこれまでの研究生活において，経済的・精神的に支えていただいた，家族や両親に, 深く感謝の意を表します.

2016 年 3 月

鳥取にて