

タクシー・スポット市場の空間的均衡と社会的便益*

SPATIAL EQUILIBRIUM OF TAXI SPOT MARKETS AND SOCIAL WELFARE *

松島格也**・小林潔司***・坂口潤一****

by Kakuya MATSUSHIMA**, Kiyoshi KOBAYASHI*** and Jun'ichi SAKAGUCHI****

1. はじめに

タクシー・サービスの取引は、都市内に設けられた複数のタクシー乗り場（あるいは、地点）という局所的な市場（以下、スポット市場と呼ぶ）で行われる。タクシー料金に関わる価格規制が緩和されたものの、個々のタクシー・サービスの間には顕著な異質性は見られない。むしろ、個々のタクシーは同質なサービスを提供しており、同質なサービスが取引されるような市場が空間的に集積した結果がタクシー・サービスのスポット市場である。

スポット市場はそこでサービスが取引されることにより成立する。都市内に立地する個々のスポット市場は互いにサービス取引量のシェアをめぐって競争関係にある。あるスポット市場においてサービスに対する需要や供給が増加すれば、そこに混雑という現象が生じない限り、さらに多くの客やタクシー・ドライバーを引きつけるというポジティブなフィードバックメカニズムが働く。その結果、ある特定のスポット市場にサービス取引が集中するという市場集中化のメカニズムが働く。

一方、客とタクシーがサービスの取引を行うためには、両者が移動費用を支払ってスポット市場を訪問しなければならない。特に、客にとって移動費用は重要であり、できるだけ移動費用の小さい身近なスポット市場を利用しようとするだろう。移動費用の存在は市場分散化のメカニズムとして機能する。都市内におけるスポット市場間の空間的競争においては、このような集中化と分散化のメカニズムが同時に機能する。このため、スポット市場の空間均衡には複数の均衡解が存在する可能性がある。

本研究では、都心地域における複数のタクシー・スポット市場間の競争関係を、規模の経済性による集中化と移動費用による分散化のメカニズムを同時に考慮にいれた市場均衡モデルとして表現する。さらに、空間均衡が複数個存在することを示すとともに、各均衡解の社会的効率性について分析する。2. では本研究の基本的な考え方を説明する。3. ではスポット市場におけるタクシー・サービスの取引状況を2重待ち行列モデルを用いて定式

化する。4. ではタクシー・客の市場選択行動をモデル化し、2つのスポット市場間の空間的均衡について考察する。5. では4. の議論を拡張し、3つ以上のスポット市場間の空間的均衡と社会的効率性について分析する。

2. 本研究の基本的な考え方

(1) 従来の研究の概要

近年のタクシー産業の規制緩和政策の影響により、都市内のタクシ一台数の供給が増加している。一方、経済不況のためにタクシーの需要は減少傾向にある。都市部ではタクシーが過剰に供給され集客のための強引な割り込みや周回行動、客待ちを行うタクシーの駐車が周辺交通に多大な影響を与えて問題となっている。これらの問題に対して市街地でのタクシー乗り場の設定、ナンバーによる乗り入れ規制、タクシーの駐車容量の制限などの政策が提案されてきている。このようなタクシー政策の効果を検討していくうえで、タクシー市場の空間的構造について分析を行う必要性がでてきた。

近年、タクシー市場の規制緩和が進む中で、タクシー・サービスの市場構造に関する理論的、実証的な研究が蓄積されつつある¹⁾⁻⁶⁾。これらの研究ではマクロなタクシー・サービス市場に分析の焦点を絞っており、個々のタクシー・スポット市場の構造を分析している事例は極めて少ないので実状である。その中で、タクシーの駐停車行動やタクシーベイの利用状況についての分析が行われているが^{7),8)}、タクシー行動に主たる関心が置かれている。客とタクシーの両者の行動によりタクシー・スポット市場の構造が形成されるメカニズムについて分析していない。これに対して、松島らはタクシー市場における金銭的外部性を考慮した市場均衡モデルを提案するとともに、タクシー市場が内生的に形成されるメカニズムについて考察している⁹⁾。さらに、スポット市場で生じる混雑現象を考慮した市場均衡モデルも提案している¹⁰⁾。しかし、以上の研究はいずれも単一のスポット市場の構造のみに着目しており、スポット市場間の競争関係は考慮されていない。都心地域では複数のタクシー乗り場が設置されており、個々のスポット市場の構造は互いの競争関係の中で決定される。都心部におけるタクシー市場に関して政策分析を行うためには、複数のスポット市場間の空間的競争をモデル化する必要がある。

*キーワーズ：公共交通計画、交通計画評価

**正員 工修 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL・FAX 075-753-5073)

***正員 工博 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL・FAX 075-753-5071)

****学生員 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL・FAX 075-753-5073)

(2) 空間均衡のメカニズム

前述したように、タクシー・スポット市場間の空間的均衡を議論するためには、市場競争において機能する集中化と分散化のメカニズムをモデル化する必要がある。このうち集中化のメカニズムは個々のスポット市場で機能する市場厚の外部経済性 (thick-market externality)^{11), 12)} によって発生する。いま、何らかの偶然により、より多くの客があるスポット市場を訪れタクシーの到着を待つとしよう。タクシーはそのスポット市場を訪れるによる容易に客を見つけることができる。逆の関係も成立する。客とタクシーがより頻繁にスポット市場を訪問すれば互いに相手にとって外部的な利得を与えることができ、ますます多くの客とタクシーが市場を訪れるというポジティブフィードバックが働く。このような外部性を市場厚の外部経済性という。都心部の複数のスポット市場において市場厚の外部経済性が強く働く場合、ある特定のスポット市場にタクシーと客の双方が集中するという現象が生じる。その結果、ある特定のタクシー乗り場だけが成立し、その近隣のタクシー乗り場には客もタクシーも訪れないという現象も生じうる。一方、スポット市場でタクシー・サービスの取引を行うためには、客とタクシーの双方がスポット市場を実際に訪問しなければならない。特に、客のスポット市場の選択行動にとって移動費用の多寡は重要な要因である。より少ない待ち時間でサービス取引を行うことが可能な市場であっても、多大な移動費用がかかる場合には当該市場を選択しないだろう。その結果、すべての客とタクシーがある特定の市場に集中するのではなく、いくつかのスポット市場に分かれてサービス取引を行う可能性がある。ある地域における複数のスポット市場の空間的構造は、それぞれの市場で機能する市場厚の外部性と市場を利用するのに必要となる移動費用との相互関係によって決定されることとなる。このようなポジティブフィードバックによる集中化のメカニズムと移動費用による分散化のメカニズムが作用する空間競争においては複数の空間均衡解が存在する可能性がある。

3. 客、タクシーの行動のモデル化

(1) モデル化の前提

ある地域に2つのタクシー・スポット市場が存在する場合を取り上げ、客とタクシーの市場選択行動によって形成されるスポット市場の空間均衡をモデル化しよう。いま、図-1に示すようなある街路に沿ったビジネス街、繁華街を想定した長さ2の対称的な線形市場を考える。線形市場には同質の客が一様に分布している。線形市場の中心を原点にとり座標 $-x, x$ の2カ所にスポット市場が交通管理者によって政策的に設定されている。ただし、 $0 \leq x \leq 1$ が成立する。 $x = 0$ の場合は、原点に唯一のタクシー・スポット市場が存在する。当面の間、 $x > 0$ を仮定し、座標 $-x$ の市場を*i* = 1、座標 x の市場を*i* = 2と表そう。2つ

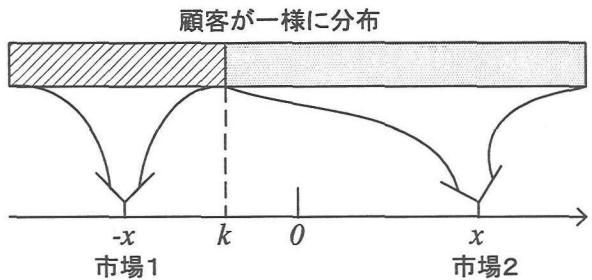


図-1 仮想的な線形市場

のスポット市場においてのみタクシー・サービスが利用可能であり、スポット市場に到着した客にはタクシー以外に利用可能な交通手段は存在しない。一度、タクシー乗り場に到着した客は、待ち行列から立ち去ることはなく、利用可能なタクシーが到着するまで待ち続ける。一方、タクシーの待ち行列長の上限値 M^* ($M^* = 0, 1, 2, \dots$) は外生的に固定されており、待ち行列長が M^* の時に新規に到着したタクシーは市場から立ち去る。タクシーの待ち行列長の上限値が決定されるメカニズムは3。(3)で言及する。

線形市場の任意の点よりタクシー需要が一様に発生すると考える。客は効用を最大にするようなスポット市場を選択する。各スポット市場の勢力圏の境界が座標 k ($-1 \leq k \leq 1$) に位置していると仮定しよう。 $k = -1$ の場合は、すべての客が市場2を利用することを意味しており市場1は消滅している。逆に、 $k = 1$ の時は市場1のみが成立することとなる。市場1、2にそれぞれ到着率 $\lambda_1 = (1+k)\zeta$, $\lambda_2 = (1-k)\zeta$ で顧客がポアソン到着する。ここに、 ζ は線形市場における単位長さ、単位時間あたりの客の平均発生密度である。本来、客の発生密度はタクシー以外の交通手段の利用可能性と対応して内生的に決定されるものであるが、本研究では2つのスポット市場間の競争関係に焦点を絞るために発生密度を外生的に与える。言い換えれば、深夜の盛り場のようにタクシー以外に利用可能な交通手段がない状況を想定している。一方、各市場へのタクシーの到着率を μ_i ($i = 1, 2$) で表そう。タクシーの到着率はスポット市場均衡の結果として内生的に決定されるが、当面の間は与件と考え議論を進める。到着率の内生化に関してはのちに4.(1)で議論する。

(2) 2重待ち行列モデル

スポット市場では客とタクシーが互いに相手の到着を待って待ち行列を形成する。このような待ち現象は Kendall¹³⁾, Sansieni¹⁴⁾等により2重待ち行列モデルとして表現された。Kendallの2重待ち行列モデルでは客とタクシーが会合うと瞬時にサービス取引（乗車）が完了すると仮定しているが、現実にはサービス取引には一定のサービス時間が必要である。この場合、客、タクシー双方に待ち行列が形成される可能性があり、過度の客やタクシーが到着すればスポット市場に混雑という外部不経済が発生する。松島等はこのようなスポット市場の混雑

現象を取引時間を考慮した2重待ち行列モデルで表現している¹⁰⁾。混雑が存在する場合、スポット市場の規模が大きくなれば混雑費用が増大し、客やタクシーが他の市場へ移動する市場分散化のメカニズムが機能する。一方、市場規模が大きくなれば(勢力圏が拡大すれば)勢力圏境界からの移動費用が増大する。特に、複数のスポット市場の間で空間的な競争がある場合、市場規模が増加すれば勢力圏境界から当該市場までの移動費用が増加するため、当該市場へのタクシー、客の集中化が抑止されることになる。このようにスポット市場への移動距離も市場分散化のメカニズムとして機能する。スポット市場競争における空間的均衡は、市場厚の外部経済性による市場集中化のメカニズムと混雑費用、移動費用の増加による市場分散化のメカニズムの相互作用によって生じる。この場合、混雑費用、移動費用の双方はともに市場分散化のメカニズムとして機能し、空間均衡の形成という分析目的にとって、両者の間に本質的な違いは存在しない。本研究では、スポット市場の空間均衡形成のメカニズムを分析することを目的としており、議論の見通しをよくするために移動費用のみを分析対象として取り上げることにする。混雑費用を考慮する場合も、以下で定式化する単純な2重待ち行列モデルを取引時間を考慮した2重待ち行列モデル¹⁰⁾に置き換えることにより、以下の議論と同様の分析を行うことができる。議論を単純化するため、以下では松島等⁹⁾による2重待ち行列モデルを用いる。2重待ち行列の詳細に関しては参考文献⁹⁾に譲るが、以下では2重待ち行列モデルを簡単に紹介する。

いま、市場*i* (*i* = 1, 2)において客・タクシーがそれぞれ単位時間当たり平均到着率 λ_i, μ_i でポアソン到着すると考える。2つの市場のうちどちらか一方の市場にのみ着目し、市場を表す添え字 *i* を省略して議論を進める。ここで議論する短期均衡モデルにおいては、平均到着率 λ, μ が外生的に与えられていると仮定する。3.(3) で議論する理由により、タクシーの待ち行列長には上限値 M が存在すると考える。2重待ち行列モデル⁹⁾を用いれば、定常状態におけるスポット市場の状態方程式

$$-(\mu + \lambda)P_n + \lambda P_{n-1} + \mu P_{n+1} = 0 \quad (1a)$$

$$-\lambda Q_M + \mu Q_{M-1} = 0 \quad (1b)$$

$$-(\lambda + \mu)Q_m + \mu Q_{m-1} + \lambda Q_{m+1} = 0 \quad (1c)$$

$$-(\lambda + \mu)Q_0 + \lambda Q_1 + \mu P_1 = 0 \quad (1d)$$

$$(n = 2, \dots, \infty; m = 1, \dots, M)$$

を得る。ここに、 P_n ($n = 1, 2, \dots$)、 Q_m ($m = 0, \dots, M$) は客、タクシーの待ち行列長が n, m である確率である。ただし、定常解が存在するためには $\mu > \lambda$ が成立しなければならない。

$$\sum_{n=1}^{\infty} P_n + \sum_{m=0}^M Q_m = 1 \quad (2)$$

が成立することを考慮すると定常確率 P_n 及び Q_m は次式

で表される。

$$P_n = (1 - \rho)\rho^{M+n} (n \geq 1) \quad (3a)$$

$$Q_m = (1 - \rho)\rho^{M-m} (M \geq m \geq 0) \quad (3b)$$

ここに、 $\rho = \lambda/\mu$ である。平均到着率が (λ, μ) の時、客・タクシーの平均待ち行列長は、それぞれ

$$E(n : \lambda, \mu, M) = \sum_{k=1}^{\infty} P_k \cdot k = \frac{\rho^{M+1}}{1 - \rho} \quad (4a)$$

$$E(m : \lambda, \mu, M) = M - \frac{\rho}{1 - \rho}(1 - \rho^M) \quad (4b)$$

と表せる。到着率 (λ, μ) の下での客及びタクシーの平均待ち時間 $T(\lambda, \mu, M), S(\lambda, \mu, M)$ は、

$$T(\lambda, \mu, M) = E(n : \lambda, \mu, M)/\lambda \quad (5a)$$

$$S(\lambda, \mu, M) = E(m : \lambda, \mu, M)/\mu \quad (5b)$$

と表せる。なお、 $T(0, 0, M) = \infty, S(0, 0, M) = \infty$ が成立する。タクシーが市場に到着した際、待ち行列長が M に達している確率(呼損率 ξ)は次式で表される。

$$\xi = Q_M = 1 - \rho \quad (6)$$

(3) 最大待ち行列長の決定

以上の議論では待ち行列長の上限値 M を与件と考えていた。しかし、その値はスポット市場における駐車容量やタクシーの客待ち行動により決定される。いま、スポット市場におけるタクシーの物理的な駐車容量に制約がないと考えよう。スポット市場に到着したタクシーは、タクシーの待ち行列長を観察し、新たに行列に加わるか、他のスポット市場に移動するかを決定する。タクシーの待ち行列の長さが $m - 1$ の時に新たに到着した m 番目のタクシーの平均待ち時間 $W(m)$ は $W(m) = m/\lambda$ と表わされる。この時、当該のタクシーの期待利潤 $\Pi(m)$ は

$$\Pi(m) = q - \frac{m}{\lambda} - d \quad (7)$$

と表わせる。 q はサービス 1 単位当たりの時間単位で測定した期待利潤である。タクシーは当該のスポット市場を訪問するために取引費用 d を負担する。客が到着率 λ で訪問するスポット市場において、自発的な期待利潤最大化行動によって規定される最大待ち行列長 $M(\lambda)$ (以下、自発的待ち行列長と呼ぶ) は、 $\Pi(m) \geq 0$ の条件より

$$M(\lambda) = [(q - d)\lambda] \quad (8)$$

と表せる。記号 $[\cdot]$ は $(q - d)\lambda$ を越えない最大の自然数を意味する。つぎに、スポット市場に容量制約がある場合を考えよう。スポット市場の物理的な容量を W とすれば、タクシーの待ち行列の最大長 $M^*(W, \lambda)$ は

$$M^*(W, \lambda) = \min\{W, M(\lambda)\} \quad (9)$$

で決定される。なお、タクシーが市場を訪問する誘因を持つためには少なくとも $q \geq d$ が成立しなければならない。

4. 空間的市場均衡

(1) 市場均衡モデルの定式化

以上では、市場 i への客・タクシーの平均到着率 λ_i, μ_i を与件と考えた。しかし、長期的にはスポット市場への客・タクシーの新規参入や市場撤退が生じ、平均到着率が変化する。両市場を訪れた場合の期待効用水準を比較することにより、当該の客はどちらかのスポット市場を選択する。一方、タクシーはタクシーの待ち行列長が M_i^* ($i = 1, 2$) より小さい限り待ち行列に加わる。タクシーはスポット市場において待ち行列に加われない場合の損失も含めて算定した期待利潤が保留水準より大きい限り、当該のスポット市場を訪れてみる価値があると判断するだろう。このような裁定の結果、スポット市場に対する客・タクシーの平均到着率がある均衡的な水準に収束する。以下、このような客・タクシーの自由参入・撤退行動をモデル化する。

市場 i ($i = 1, 2$) に着目しよう。市場 i への客の到着率 λ_i をひとまず与件と考えよう。スポット市場の物理的駐車容量が $W_i = \infty$ ($i = 1, 2$) であり、タクシーの最大待ち行列長は自発的待ち行列長で規定される状況を考える。すなわち $M_i^* = M_i$ である。待ち行列長が M_i 未満の場合には、直ちに市場に参入する。式(6)より、市場 i を訪問したタクシーは確率 $1 - \rho_i$ で市場参入を諦める。この場合、利潤 $-d$ を得る。一方、確率 ρ_i で市場参入し、期待利潤

$$\Pi_i = q - S'_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - d \quad (10)$$

を得る。ただし、 $S'_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) = S_i(\lambda_i, \mu_i, M_i)/\rho_i$ である。利潤は時間単位で定義されている。タクシーがスポット市場 i を訪問することにより得られる期待利潤 $E(\Pi_i, M_i)$ ($M_i = 0, 1, 2, \dots$) は

$$E(\Pi_i, M_i) = \rho_i q - S_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - d \quad (11)$$

と表せる。タクシーは当該のスポット市場を訪問することにより正の利潤を得ることができる限り当該市場を訪問する。客の到着率 λ_i を与件とした時に、タクシーのスポット市場への長期的な到着率は

$$\rho_i q - S_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - d = 0 \quad (12)$$

を満足するような μ_i として定義できる。

つぎに、地点 y ($-1 \leq y \leq 1$) に立地する客がタクシーを利用することにより得られる効用を v 、市場 i での待ち時間 t_i 、市場 i までの移動費用を $c_i(y)$ と表そう。市場 i を訪れる客の効用関数を

$$V_i(y) = v - t_i - c_i(y) \quad (13)$$

で表現する。効用関数は時間単位で計測されている。効用項 v は目的地で獲得する効用値から所要時間、運賃等の不効用、スポット市場までの移動不効用を差し引いた値を表しており、一定値をとると仮定する。 $c_i(y)$ は地点 y から市

場 i まで客が移動することに要する費用であり、

$$c_1(y) = \alpha|x - y| \quad (14a)$$

$$c_2(y) = \alpha|x - y| \quad (14b)$$

と表す。ここに $\alpha \geq 0$ はパラメータである。ここで、タクシーの到着率 μ_i を与件とする。さらに、市場 i への客の平均到着率を仮に λ_i であると想定しよう。この時、客の平均待ち時間は $T(\lambda_i, \mu_i, M_i)$ はタクシーの平均到着率 μ_i 、サービス率 $\rho_i = \lambda_i/\mu_i$ 、スポット市場の容量 M_i の関数として式(5a)で表される。市場 i でタクシーを利用するによる期待効用は

$$EV_i(y) = v - T_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - c_i(y) \quad (15)$$

と表せる。地点 y に立地する客が選択する市場 $i^*(y)$ は

$$i^*(y) = \arg \max \{EV_1(y), EV_2(y)\} \quad (16)$$

と表される。ここに、 \arg は上式の右辺において大きい値をとる市場 $i^*(y)$ を指示する記号である。図-1に示したような市場の境界 k は $EV_1(k) = EV_2(k)$ を満足する $k \in [-x, x]$ として定義できる。地点 k 上の客はどちらの市場を利用するかが無差別となる。市場 i ($i = 1, 2$) への客の到着率 λ_i は、それぞれ

$$\lambda_1 = (1 + k)\zeta \quad \lambda_2 = (1 - k)\zeta \quad (17)$$

となる。また、タクシーの到着率は式(12)を満足する μ_i となる。ここで、市場の境界において、

$$\left. \frac{dEV_1(y)}{dy} \right|_{y=k^*} < \left. \frac{dEV_2(y)}{dy} \right|_{y=k^*} \quad (18)$$

が成立するとしよう。この時、微小項 ε に対して $EV_1(k^* - \varepsilon) > EV_2(k^* - \varepsilon)$, $EV_1(k^* + \varepsilon) < EV_2(k^* + \varepsilon)$ が成立する。この時、移動費用 $c_i(y)$ の定義より

$$EV_1(y) \leq EV_1(y) \quad y \in [-1, k] \quad (19a)$$

$$EV_1(y) \geq EV_2(y) \quad y \in (k, 1] \quad (19b)$$

が成立し、地点 k を境界とする市場均衡は安定的である。一方、条件(18)を満足しない場合、式(19a),(19b)が成立する保証はない。このような市場均衡は安定的ではない。この他に、市場均衡解としては、いずれか一方の市場のみが成立する均衡解が存在する。市場1のみが成立する ($k = 1$ が成立する) 場合、 $\lambda_1 = 2\zeta, \lambda_2 = 0, \mu_2 = 0$ となり、 μ_1 は式(12)で決定される。境界点 $k = 1$ において

$$EV_1(1) > EV_2(1) = -\infty \quad (20)$$

が成立する。さらに、 $c_i(y)$ の定義より任意の $y \in [-1, 1]$ に対して $EV_1(y) > EV_2(y) = -\infty$ が成立し、すべての客が市場1を利用する均衡も安定的である。逆に、条件

$$EV_2(-1) > EV_1(-1) = -\infty \quad (21)$$

が成立する（すべての客が市場2を利用する）ような均衡も安定的である。この場合、市場の境界は $k = -1$ に位置すると考える。以上の条件をとりまとめよう。市場均衡解は

$$\overline{EV}_1 = \overline{EV}_2 \quad (22a)$$

$k \neq -1$ かつ $k \neq 1$ の時

$$\overline{EV}_i = EV_i(k^*) \quad (i = 1, 2) \quad (22b)$$

$$\lambda_1^* = (1 + k^*)\zeta \quad (22c)$$

$$\lambda_2^* = (1 - k^*)\zeta \quad (22d)$$

$$\rho_i q - S_i(\lambda_i^*, \mu_i^*, M_i) - d = 0 \quad (22e)$$

$k = -1$ の時

$$\lambda_1^* = 0 \quad \mu_1 = 0 \quad \lambda_2^* = 2\zeta \quad (22f)$$

$$\overline{EV}_2 = EV_2(k) \quad (22g)$$

$$\rho_2 q - S_2(\lambda_2^*, \mu_2^*, M_2) - d = 0 \quad (22h)$$

$k = 1$ の時

$$\lambda_2 = 0 \quad \mu_2 = 0 \quad \lambda_1^* = 2\zeta \quad (22i)$$

$$\overline{EV}_1 = EV_1(k) \quad (22j)$$

$$\rho_1 q - S_1(\lambda_1^*, \mu_1^*, M_1) - d = 0 \quad (22k)$$

を同時に満足する均衡到着率 (λ_i^*, μ_i^*) ($i = 1, 2$) と境界 k^* ($-1 \leq k^* \leq 1$) で定義できる。均衡解の安定性条件は式(18),(20),(21)で与えられる。地点 y の客の期待効用は $W(y) = \max\{EV_1(y), EV_2(y)\}$ と表せる。空間均衡で任意の $y \in [-1, 1]$ に対して常に $W(y) \geq 0$ が成立する保証はない。 $W(y) < 0$ が成立する客はタクシーを利用しないだろう。また、 $W(y) > 0$ が成立する地点 y では新しい客が参入するだろう。客の新規参入を考慮した長期均衡では各地点における客の到着率は $W(y) = 0$ が成立する水準に求まる。本研究ではタクシー以外に利用可能な手段がないような空間均衡の問題を考えている。しかし、他の交通手段との競合を考えたような空間均衡を考える場合、客の到着率を内生化したような均衡モデルを開発する必要がある。

(2) 市場厚の外部経済性と移動費用

平均待ち行列長 $E(n_i : \lambda_i, \mu_i, M_i), E(m_i : \lambda_i, \mu_i, M_i)$ は式(4a),(4b)より平均到着率 λ_i, μ_i に関してゼロ次同次であり、任意の $\mu_i > \lambda_i \geq 0$ と $\theta > 0$ に関して

$$E(n_i : \lambda_i, \mu_i, M_i) = E(n_i : \theta\lambda_i, \theta\mu_i, M_i) \quad (23a)$$

$$E(m_i : \lambda_i, \mu_i, M_i) = E(m_i : \theta\lambda_i, \theta\mu_i, M_i) \quad (23b)$$

が成立する。客とタクシーの平均到着率が共に θ 倍になつても待ち行列長は変化しない。一方、式(5a),(5b)より明らかのように、任意の $\mu_i > \lambda_i \geq 0$ と $\theta > 1$ に関して

$$T_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) = \theta T_i(\theta\lambda_i, \theta\mu_i, M_i) \quad (24a)$$

$$S_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) = \theta S_i(\theta\lambda_i, \theta\mu_i, M_i) \quad (24b)$$

が成立する。すなわち、一方の市場 i において客、タクシーの平均到着率が増加すれば、当該市場における客・タクシーの平均待ち時間が減少する。当該市場を利用する

客・タクシーの数が多くなるほど、その市場が効率化していくという取引厚の外部性が存在する。このように、タクシー・サービスのスポット市場における市場取引では、客あるいはタクシーの到着率の増加が市場取引を通じて互いに他方の到着率の増加をもたらすという金銭的外部経済が存在している。このような金銭的外部経済性は一方の到着率の増加（減少）が他方の到着率の増加（減少）をもたらすというポジティブフィードバックとして機能することになる。線形市場全体での客数が限られているため、このようなポジティブフィードバックは、それを抑制しようとするメカニズムが働く限り、一方の市場がすべての客を吸収するまで機能する。しかし、スポット市場までの移動費用が存在するため、それがポジティブフィードバックを抑制するメカニズムとして働く。市場の数が少なくなると市場の勢力圏が拡大し、市場境界付近の客の移動距離が増加する。このような客は、もし近くに多少待ち時間が長くかかっても移動費用が少ない市場が存在するならば、その市場を利用するだろう。さらに、本研究では取り上げていないが、市場規模が大きくなると市場取引において混雑が生じる可能性がある¹⁰⁾。このような混雑現象もポジティブフィードバックを抑制するメカニズムとして機能する。スポット市場の構造は、このような金銭的外部経済と混雑・移動費用との相互作用によって内生的に決定される。

(3) 数値計算事例

数値計算事例を通じて客の発生密度と市場均衡の関係を分析する。数値計算に当たり基本ケース（Case a）のパラメータ値を以下のように設定した。客の発生密度 $\zeta = 1.5$ 、客の期待効用 $v = 10$ 、タクシーの期待利潤 $q = 10$ 、タクシーの取引費用 $d = 5$ 、移動費用のパラメータ $\alpha = 1$ とする。スポット市場を対象地域の両端 ($x = 1.0, x = -1.0$) の 2箇所に設置する。スポット市場の効率的配置の観点に立てば、線形市場の両端に市場を配置することは望ましくない。しかし、両端に配置することにより市場厚の経済性や移動費用と市場均衡パターンの関係を端的に表現できる。このような説明上の理由により、スポット市場を端点に配置した計算事例をとりあげる。なお、スポット市場の位置と社会的厚生の関係は 5. で考察する。また、タクシーの待ち行列長に物理的な容量制限がある場合でも議論の大筋に変化はない。ここでは議論の見通しをよくするため、タクシーの待ち行列長は自発的待ち行列長により決定されるとする。

いま、線形市場上に臨界地点 y が存在し、地点 z ($z < y$) の客がすべて市場1を利用して、地点 z' ($z' > y$) の客がすべて市場2を利用して考えよう。この時に地点 y の客が市場1, 2を利用して得られる期待効用（以下、臨界期待効用と呼ぶ）をそれぞれ $EU_1(y), EU_2(y)$ と表そう。図-2

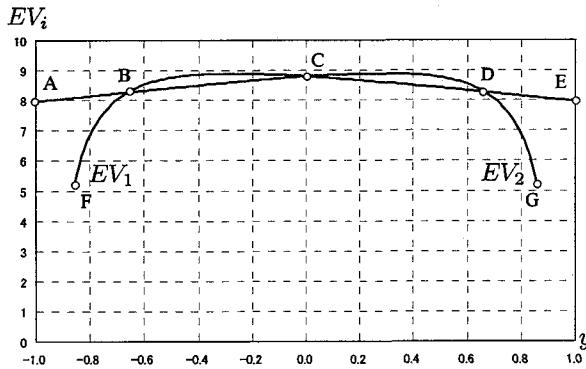


図-2 市場境界と臨界期待効用 (Case a)

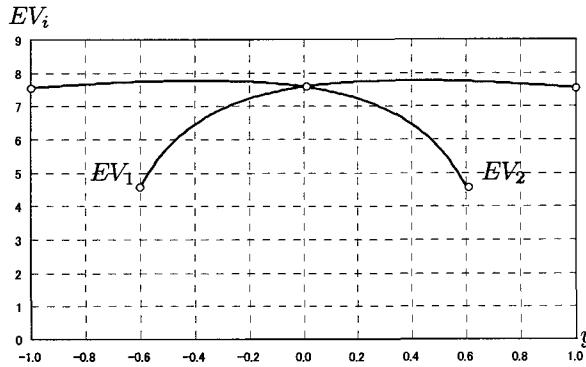


図-3 市場境界点と臨界期待効用 (Case b)

は Case a における市場境界 y とその地点の客が 2 つのスポット市場を利用した時に得られる臨界期待効用 $EU_i(y)$ の関係を表している。同図の横軸は客の立地点を、縦軸は客の臨界期待効用を表している。地点 y に立地する客は臨界期待効用 $EU_1(y)$ と $EU_2(y)$ を比較して臨界期待効用が大きくなる市場を選択する。両市場に対する臨界期待効用が等しくなる ($EU_1(y^*) = EU_2(y^*)$ が成立する) 地点に立地する客にとって 2 つの市場は無差別である。このような地点 y^* が市場均衡における市場境界となる。図-2 に示すように、Case a では A から E までの 5 つの均衡が存在する。いま、市場境界が点 B に位置するような市場均衡をとりあげよう。市場境界が偶発的な事情により点 B よりも少し右側 y' に移動したとしよう。この時、地点 y' の客の臨界期待効用は $EU_1(y') > EU_2(y')$ となりこの客は市場 1 を利用する。地点 y' は市場境界となりえず点 C が市場境界となる。一方、点 B よりも少し左側 y'' に境界が移動した場合には、境界上の客にとって $EU_1(y'') < EU_2(y'')$ が成立し、結果としてすべての客が市場 2 を利用する均衡 A が成立する。よって均衡 B は不安定である。同様に均衡 D も不安定である。安定的均衡解は境界が対象地域の中央にある場合 (均衡 C) とすべての客が一方の市場に集中する場合 (均衡 A, E) の 3 つとなる。なお、市場の境界が点 F よりも左側に移動すれば、市場 1 におけるタクシーの自発的待ち行列長が 0 となり市場 1 は消滅する。同様に、点 G よりも右側に移動すれば市場 2 は消滅する。

図-3 は客の発生密度を Case a より減少させ $\zeta = 0.5$

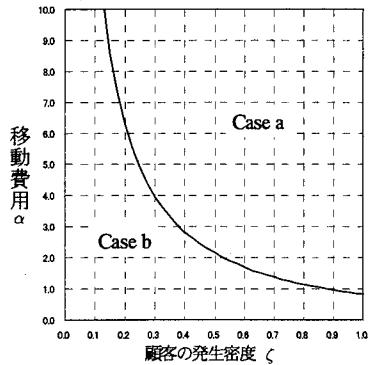


図-4 客の発生密度と市場均衡

としたケース (Case b) の市場境界と臨界期待効用の関係を表している。Case b ではすべての客がいずれか一方の市場に集中する 2 つの安定均衡解と地域の中央に境界ができる 1 つの不安定均衡解が存在する。対象地域に 2 つの市場がともに成立するような均衡解は存在しない。2 つのスポット市場の内、いずれか一方は長期的にタクシーや客の到着率が減少し、やがてその勢力圏はもう一方の市場に吸収されることになる。すなわち、客の発生密度が小さい場合には、相対的に移動費用に比べて市場厚の経済効果が卓越し、市場の 1 極集中化が生じやすくなる。

図-4 は移動費用のパラメータ α 、客の発生密度 ζ と成立する均衡パターンとの関係を示している。 α と ζ 以外のパラメータはいずれも先に示した両ケースと同じ値を採用している。パラメータ α と ζ の値の組み合わせに応じて、1) Case a のように 3 つの安定均衡解が存在するパターンと、2) Case b のように 2 つの安定均衡解が存在するパターンが現れる領域に分割できる。客の発生密度 ζ が小さくなれば、2 つの安定均衡解が存在する可能性が大きくなる。すなわち、いずれか一方のスポット市場に一極集中する結果となる。単位距離あたりの移動費用の大きさ α が大きくなるにつれて、Case a のように 2 つの市場が並立的に成立する均衡解が現れる。 α が大きくなるほど市場 1 を利用した場合と市場 2 を利用した場合との移動費用の差の絶対値が大きくなるために、客は移動費用がより小さい市場を選択する傾向がより強く現れる。

以上の数値計算事例では、移動費用の大きさおよび客の発生密度により市場の空間均衡状態が異なることを示した。限定された計算結果から一般的な結論を導くことはできないが、以上の結果より以下のことが分かる。都心部のように客の発生密度が大きい地域では複数の市場が成立する可能性が高くなる。逆に客の発生密度が小さい地域に複数の市場を設置しても他の市場に客、タクシーが集中して利用されない市場が発生する可能性がある。また、市場間の移動費用が大きいほど一方の市場に客とタクシーが集中し、もう一方の市場は全く利用されなくなる可能性が大きくなる。

5. スポット市場の配置と社会的厚生

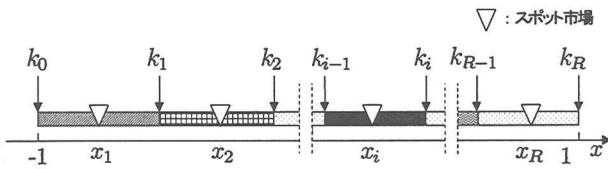


図-5 複数市場の配置と境界

(1) スポット市場の空間配置

タクシーのスポット市場には複数の空間均衡解が存在する可能性がある。2つのスポット市場を設置した場合、1) 2つのスポット市場が並立的に成立する空間均衡と2) 1つのスポット市場のみが成立するという2種類の空間均衡が存在する。スポット市場に混雑が存在しない場合、一方のスポット市場の規模が大きくなるほど市場厚の経済性が働く（客・タクシーの到着率が増加する）ため客・タクシーの平均待ち時間は減少する。したがって、平均待ち時間の観点からは、客・タクシーが1つのスポット市場に集中する方が望ましい。しかし、市場規模が大きくなればスポット市場の勢力圏が拡大するため、客がスポット市場まで到達するのに必要な平均移動費用は増加する。移動費用に関しては、スポット市場の数を増加させた方が望ましい。スポット市場の空間均衡の効率性はこれら拮抗する2つのメカニズムにより決定される。以下では、スポット市場の空間的配置と社会的厚生の関係を分析する。さらに、3つ以上のスポット市場をとりあげた空間均衡モデルを定式化し、スポット市場数と社会的厚生の関係について考察する。

(2) 市場均衡モデルの一般化

いま、図-5に示すように、線形市場上にR ($R > 0$)個のスポット市場が設置されている場合を考える。それぞれの市場の位置を x_i ($i = 1, \dots, R$)とし、市場*i*の勢力圏を $[k_{i-1}, k_i]$ で表す。ただし、 $k_0 = -1, k_R = 1$ である。また、 $k_{i-1} = k_i$ の場合は、市場*i*が成立していないことを表す。すなわち、タクシー乗り場があるが、誰もそれを利用しないような状況である。タクシーの行動モデルは2市場モデルの場合と同様に表せる。タクシーがスポット市場*i*を訪れるこことにより得られる期待利潤は

$$E(\Pi_i, M_i) = \rho_i q - S_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - d \quad (25)$$

と表せる。タクシーは利潤が0になるまで参入するため、市場*i* ($i = 1, 2, \dots, R$)におけるタクシーの到着率は

$$\rho_i q - S_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - d = 0 \quad (26)$$

を満たす μ_i^* として定義できる。一方、地点 y に立地する客が市場*i*を利用することによる獲得できる効用を式(13)で定義する。ただし、地点 y から市場*i*への移動費用を

$$c_i(x_i, y) = \alpha |x_i - y| \quad (27)$$

と表す。地点 y の客が市場*i*を利用した場合の期待効用を

$$EV_i(x_i, y) = v - T_i(\lambda_i, \mu_i, M_i) - c_i(x_i, y) \quad (28)$$

と定義する。いま、各市場に対して客・タクシーが参入・撤退行動を繰り返し、長期的にはすべてのタクシー・客のスポット市場への訪問行動が変化しない空間均衡解に到達する。2市場の場合の均衡条件(22a)-(22f)を一般化することにより、市場数がR個の場合の空間均衡は

$$\overline{EV}_{i-1}^+ = \overline{EV}_i^- \quad (i = 2, \dots, R) \quad (29a)$$

$$k_0 = -1 \leq k_1 \leq k_2 \leq \dots \leq k_R = 1 \quad (29b)$$

$$k_i > k_{i-1} \quad (i = 1, \dots, R) \text{ の時} \quad (29c)$$

$$\overline{EV}_i^- = EV_i(x_i, k_{i-1}^*) \quad (29d)$$

$$\overline{EV}_i^+ = EV_i(x_i, k_i^*) \quad (29e)$$

$$\lambda_i^* = (k_i^* - k_{i-1}^*)\zeta \quad (29f)$$

$$\rho_i q - S_i(\lambda_i^*, \mu_i^*, M_i) - d = 0 \quad (29g)$$

$$k_i = k_{i-1} \quad (i = 1, \dots, R) \text{ の時}$$

$$\lambda_i^* = 0, \quad \mu_i^* = 0 \quad (29g)$$

を同時に満足する均衡到着率 (λ_i^*, μ_i^*) ($i = 1, \dots, R$)と境界 k_i^* ($i = 0, \dots, R$)として定義できる。空間均衡において常に各市場が成立するとは限らない。いま、 $k_{i-1} < k_i = \dots = k_{j-1} < k_j$ が成立するとしよう。この場合、市場 $i + 1, \dots, j - 1$ は成立しない。 $\lambda_s = 0, \mu_s = 0$ ($s = i + 1, \dots, j - 1$)となり、線形市場の任意の地点 y の客にとって $EV_s(x_s, y) = -\infty$ ($s = i + 1, \dots, j - 1$)が成立する。式(29a), (29c), (29d)より $EV_i(x_i, k_i) = \overline{EV}_i^+ = \overline{EV}_{i+1}^- = \dots = \overline{EV}_j^- = EV_j(x_j, k_{j-1})$ が成立する。境界点 $k_i = \dots = k_{j-1}$ は同一地点を表し、この地点の客が市場*i*と市場*j*を利用するることは互いに無差別となる。式(29a)-(29g)を満たす均衡解が安定であるためには、 $k_{i-1} < k_i = \dots = k_{j-1} < k_j$ となる $i \leq j$ について $dEV_i(x_i, y)/dy|_{y=k_i} > dEV_j(x_j, y)/dy|_{y=k_{j-1}}$ が成立しなければならない。また、 $k_0 = \dots = k_{i-1} < k_i$ となる*i* ($i \neq 1$)が存在する場合、 $0 < j < i$ となる任意の*j*に対して $-\infty = EV_j(x_j, -1) \leq EV_i(x_i, -1)$ が成立する。 $k_{i-1} < k_i = \dots = k_R$ となる*i* ($i \neq R$)が存在する場合、 $R \geq j > i$ となる任意の*j*に対して $EV_i(x_i, 1) \geq EV_j(x_j, 1) = -\infty$ が成立する。

(3) 社会的厚生の評価

交通管理者は、スポット市場の空間的配置を決定することにより社会的厚生を制御することができる。R個のスポット市場が地点 $x_R = \{x_1, \dots, x_R\}$ に配置されている線形市場を考えよう。空間均衡は式(29a)-(29g)を同時に満足するような均衡到着率 (λ_i^*, μ_i^*) ($i = 1, \dots, R$)と境界 k_i^* ($i = 0, \dots, R$)により定義できる。空間均衡解 $\{\lambda_i^*, \mu_i^*, (i = 1, \dots, R); k_i^* (i = 0, \dots, R)\}$ において地点 $y \in [k_{i-1}, k_i]$ ($i = 1, \dots, R$)の客の消費者余剰 $W(y)$ は

$$W(y) = \max_i \{EV_i(x_i, y) : i = 1, \dots, R\} \quad (30)$$

$$EV_i(x_i, y) = v - T_i(\lambda_i^*, \mu_i^*, M_i) - c_i(x_i, y)$$

と定義できる。したがって、線形市場全体に立地する客の集計的期待消費者余剰 CS は次式で表される。

$$CS(x) = \zeta \int_0^x W(y) dy \quad (31)$$

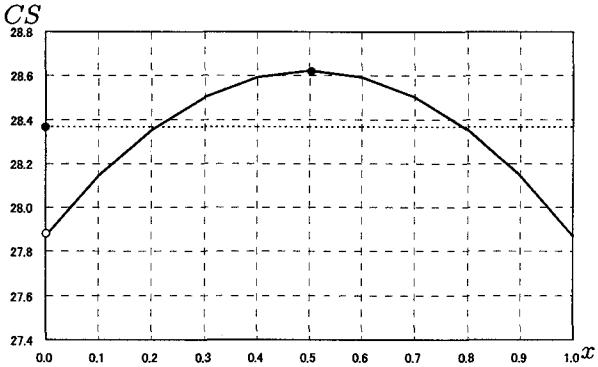


図-6 市場の位置と社会的厚生 ($\zeta = 1.5$)

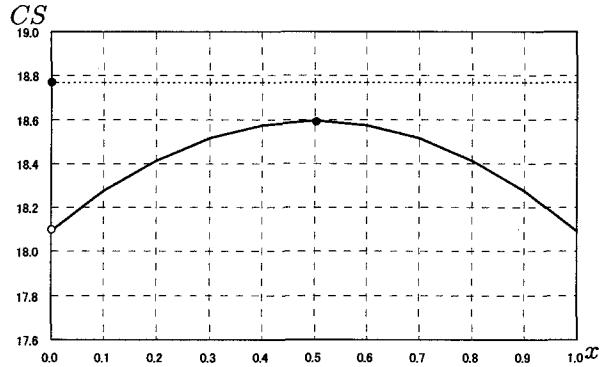


図-7 市場の位置と社会的厚生 ($\zeta = 1.0$)

タクシーは正の利潤がある限り市場参入を試みる。長期的均衡ではタクシーの期待利潤は0となり生産者余剰は0となる。タクシーの駐車が一般走行車両に影響を及ぼさない場合、客の集計的総期待消費者余剰により社会的厚生を評価することができる。スポット市場の最適空間配置は、制約条件(29a)-(29g)の下で式(31)を最大にするようなスポット市場数 R とその空間配置 x_R として定義できる。しかし、市場数が3つ以上に増加すれば、式(29a)-(29g)を同時に満足する空間均衡解の数は膨大となり、そのすべてを網羅的に記述することは不可能となる。このような複数均衡解の可能性を考慮しながらスポット市場の最適な空間配置を求める問題は重要な課題である。しかし、パラメータ値と最適配置案の関係も非常に複雑な内容となり、数値実験により定性的な傾向を見いだすことは難しい。本稿の目的はスポット市場の空間均衡が形成されるメカニズムを分析することにある。以下では分析の視点を明確にするために、かなり限定された枠組みの中でスポット市場の数と社会的厚生の関係について考察したいと考える。筆者らは、現実のケーススタディを対象として、スポット市場の最適配置に関する分析を実施している。その成果に関しては別の機会に発表する。

(4) 数値計算事例

$R = 2$ の場合に着目し、スポット市場の配置と社会的厚生の関係を分析する。原点に対して左右対称の地点 x ($0 \leq x \leq 1$)、 $-x$ に市場を設けよう。数値計算にあたり、パラメータ値を 4.(3) における Case a と同じ値 ($\zeta = 1.5$) に設定する。この場合、前述したように複数個の安定的な空間均衡解が存在するが、ここでは2つの空間均衡解が並立的に存在する均衡解に着目する。図-6 は市場の位置 x と社会的厚生との関係を示している。市場は原点 $x = 0$ に対して左右対称であり、地点 x に市場が設置されている場合には地点 $-x$ にも市場が設置されている。社会的厚生は2つの市場における総消費者余剰の総和を表している。同図は市場の配置場所 $x, -x$ ($0 < x \leq 1$) とその時に実現される社会的厚生の関係を示している。また、図の $x = 0$ にはスポット市場を1つだけ整備した場合の社会的厚生水準も併記している。スポット市場を1つだけ整備する

場合、総移動費用を最小化するためには市場を線形市場の中央点 ($x = 0$) に配置することが望ましい。スポット市場を2箇所左右対称的に配置する場合、各市場の中央 ($x = 0.5$) に市場を配置することにより、社会的厚生を最大化することができる。本ケースの場合、スポット市場を1つだけ $x = 0$ に配置するよりも、2つの市場の中央に1つずつ市場を配置する方が社会的厚生は大きくなる。

つぎに、客の発生密度が $\zeta = 1.0$ に減少したケースを考えよう。このケースでも2つの市場が成立する均衡解が存在するが、その時の社会的厚生は当該地域の中央に1つだけ市場が存在する場合より小さくなる(図-7 参照)。すなわち、2つの市場を設置することにより、客全体の移動費用の総和は1つの市場を設置した場合よりも小さくなる。しかし、客、タクシーを2つの市場に分散させることにより、各市場における客・タクシーの平均到着率が減少し、各市場における平均待ち時間が増加する。本ケースのように客の発生密度が小さい場合、市場数を1つから2つに増加させることにより生じる平均待ち時間の増加による不効用が総移動費用の減少による効用増加の効果を卓越し、結果的に社会的厚生が減少する。このようにスポット市場の総数と社会的厚生の関係は、客の発生密度や市場までの移動距離(市場の空間的大きさ)に影響を受けることが理解できる。ただし、以上の結果は市場を対称的に2等分した場合の結果である。等分割した場合よりも社会的厚生が大きくなるような非対称的な市場配置パターンが存在する可能性を否定できない。

スポット市場数と社会的厚生の関係を分析するために、スポット市場を図-5 に示すように設置しよう。すなわち、タクシー市場を R 箇所に設置する場合、長さ 2 の線形市場を R 等分しその中央部にスポット市場を設置する。その上で、空間均衡解を式(29a)-(29g)を用いて求めた。それぞれのタクシー市場の設置パターンに関して空間均衡解は複数個存在する。市場数が増加するにつれて複数均衡解の数は急速に増加する。以下では、図-5 に示すように配置されたスポット市場に対して市場背後圏が対称的に分割されるような空間均衡解のみに着目する。言い換えれば、線形市場が市場数の数に等しい対称的な部分市場に等分されるような空間均衡解(もし存在すれば)に

表-1 客の発生密度と市場数

市場数	$\zeta = 0.5$	$\zeta = 1.0$	$\zeta = 2.0$	$\zeta = 3.0$	$\zeta = 4.0$	$\zeta = 5.0$
1	9.05*	18.77	37.92	56.96	75.98	94.99
2	-	18.59*	38.54*	58.24	77.84	97.39
3	-	-	38.28	58.31*	78.19*	98.00
4	-	-	-	57.99	78.08	98.06*
5	-	-	-	-	77.73	97.86

着目する。表-1は異なる客の発生密度に対して、市場数と社会的厚生の関係を示したものである。記号*は当該の数字が各ケースにおいて社会的厚生が最大値となっていることを、記号-は市場を等分割するような対称的空間均衡が存在しないこと（客やタクシーが利用しないようなスポット市場が必ず現れること）を示している。表-1に示すように、客の発生密度 ζ が大きくなれば安定的空間均衡が存在する市場数が増加する。また、社会的厚生が最大となるような市場数も増加する。すなわち、市場数を増加させると個々の市場の勢力圏は小さくなり当該市場への客の到着率は減少し期待待ち時間は増加する。その一方、客にとって市場までの移動費用は小さくなる。これらの2つの効果が客の期待効用に影響するため市場数の変化は社会的厚生に複雑な影響を及ぼす。

以上の結果は対称的分割市場という限定的な枠組みの中で行った数値計算に基づくものであるが、この計算事例を通じて望ましいスポット市場の数は、市場厚の外部経済性に起因する集中化による効果と移動費用の増加に起因する分散化による効果との関係によって決定されることが理解できる。最適なスポット市場の空間配置を求めるためには、本節で定式化した空間均衡モデルを内蔵したような最適配置モデルを開発する必要がある。

6. おわりに

客とタクシーが互いにマッチングされてサービス取引を行うタクシー・スポット市場では、客・タクシーの両者が特定の市場に集中することによりサービス取引が効率化されるという市場厚の外部経済性が存在する。このような規模の経済性により、複数のスポット市場の中で特定の市場に客・タクシーが集中するという市場集中化のメカニズムが働く。一方で、客、タクシーがスポット市場でサービス取引を行うためには移動費用が必要であり、市場規模が大きくなるにつれ市場縁辺部に立地する客の移動費用が増加する。このような移動費用の増加は市場の分散化のメカニズムとして働く。筆者等はすでに市場厚の外部経済性により、都市内の1つのタクシー・スポット市場が形成されるメカニズムについて分析している⁹⁾。これに対して、本研究では市場の集中化と分散化のメカニズムによってスポット市場の空間均衡が形成されるメカニズムを空間均衡モデルとして表現した。さらに、スポット市場の空間配置、スポット市場の数と社会的厚生の関係について分析したものである。このようにタクシー・スポット市

場における集中化と分散化の双方のメカニズムに着目し、市場の数が内生的に決定されるモデルを提案した分析は筆者等の知る限り他には存在しない。

スポット市場の空間均衡の問題は複雑であり、多くの研究課題が残されている。第1に、本研究で開発した空間均衡モデルを用いてスポット市場の最適配置モデルを定式化する必要がある。第2に客の発生密度が内生的に決定されるメカニズムを分析する必要がある。そのためには空間均衡モデルを内蔵したような均衡モデルを開発する必要がある。第3に、タクシーと客への情報提供の問題を取り扱うことが必要である。事前にタクシーや客に市場情報を提供することにより市場取引を効率化できよう。第4にスポット市場の空間均衡が効率性の低い均衡解にロックインされている可能性がある。短期的な駐車規制やスポット市場の利用規制を通じて効率性の高い空間均衡に移動する手段について分析する必要がある。

参考文献

- Orr, D.: The 'taxicab problem': A proposed solution, *Journal of Political Economy*, Vol.77, pp. 141-147, 1969.
- Douglas, G.W.: Price regulation and optimal service standard: The taxicab industry, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.6, pp. 116-127, 1972.
- DeVany, A. S.: Capacity utilization under alternative regulatory constraint: An analysis of taxi markets, *Journal of Political Economy*, Vol.83, pp. 83-94, 1975.
- Teal, R.F. and Berglund, M.: The impacts of taxi-cab deregulation in the USA, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.21, pp.37-56, 1987.
- Häckner, J. and Nyberg, S.: Deregulating taxi services: A word of caution, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.24, pp.195-207, 1995.
- 土井健司、吉田忠司、水野高幸: 特殊な競争環境下のタクシー市場における利用者の選択可能性と評価に関する分析、土木計画学研究・論文集、No.14, pp.747-756, 1997.
- 柳沢吉保、堂柿栄輔: 都心部におけるタクシー交通の実態に関する基礎的分析、土木計画学研究・講演集、No.18(1), pp.127-130, 1996.
- 柳沢吉保、堂柿栄輔: 都心部タクシーベイの利用実態に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.19(2), pp.541-544, 1996.
- 松島格也、小林潔司: タクシー・サービスのスポット市場均衡に関する研究、土木計画学研究・論文集、No.21(1), pp.475-478, 1998.
- 松島格也、小林潔司、坂口潤一: 混雑費用を考慮したタクシースpot市場の内生的形成、第35回都市計画学会論文集, pp.547-552, 2000.
- Howitt, P. W.: *The Keynesian Recovery*, Prentice Hall, 1990.
- Howitt, P. W. and McAfee, R.P.: Costly search and recruiting, *International Economic Review*, Vol. 28, pp. 89-107, 1987.
- Kendall, D.G.: Some problems in the theory of queues, *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol 8, pp.151-185, 1951.
- Sasieni, M.W.: Double queues and impatient customers with an application to inventory theory, *Operations Research*, pp.771-781, 1961.

タクシー市場の空間的配置と社会的便益*

松島格也**，小林潔司***，坂口潤一****

タクシー・スポット市場における市場取引では、金銭的外部性の存在により客やタクシーの到着率の増加が他方の到着率の増加をもたらすというポジティブフィードバックが生じる。一方でサービスを実際に利用するためには客が市場まで移動する必要があり、この移動費用の存在がポジティブフィードバックを抑制するメカニズムとして機能する。本研究では、都心部における複数のスポット市場間の競争関係を、市場厚の外部経済性による集中化のメカニズムと移動費用の存在に伴う分散化のメカニズムを考慮した市場均衡モデルとして定式化する。さらに空間均衡が複数存在することを示すとともに、各均衡解の社会的効率性について分析を行う。

SPATIAL ALLOCATION OF TAXI SPOT MARKETS AND SOCIAL WELFARE*

By Kakuya MATSUSHIMA**, Kiyoshi KOBAYASHI***, and Jun'ichi SAKAGUCHI****

There exist thick market externalities in taxi spot markets: the more taxies gather at a market, the more customers will visit the market, and vice versa. There always works the positive feedback mechanism in such ways that as more taxies and customers visit the market to transact the service, transaction costs can be reduced and the market functions more efficiently. In this paper, an equilibrium model of multi spot markets is presented considering both agglomeration mechanism caused by thick market externalities and dispersion mechanism caused by transaction costs. We have shown that there is a possibility of multiple equilibria, and analyzed the social efficiency of the respective equilibria.
