

駐車料金論について*

丸 茂 新

A Note on the so-called “Parking Pricing”

Arata MARUMO

Abstract

When we come to think of the serious traffic congestion in big cities, many economists, especially those who are related to the economics of transportation, would probably suggest the application of the so-called “road pricing” for a possible means of solutions. In point of fact a car arriving successfully somewhere in CBD area has to find a place to park to complete the trip. Otherwise the road-use is of no use for a car driver. In this sense the “parking pricing” is as important a subject as the road pricing in the economics. But so far very few economists have paid due consideration to the subject of parking, and in fact there are not so many publications available as we find in road pricing in contrast.

This article, however, tries to see the development of parking pricing with particular emphasis on the theory of social welfare maximization. It starts with the memorable contribution of Vickrey’s (1954) and ends with the recent contribution by Anderson and de Palma (2004), having two other contributions in between.

キーワード

都市交通 (urban transport), 交通混雑 (traffic congestion), 駐車料金 (parking toll)

はじめに

イギリスにおいてスミード報告 (1964) が公刊されて以来, 世界各国で大都市の混雑地域を中心に道路利用の有料化が実施されて来た。いわゆるロードプライシング (road pricing) の採用である。ところがこれと密接に関係する駐車料金の問題についてはおよそ注目すべき新たな展開が聞かれない。今回, われわれはこのいわば見落とされている重要な交通部門に焦点をあてて, これまでどのような人達がどのような理論を展開して来たのか, 散見するいくつかの業績をひも解いて, その基本的な内容を追ってみることにする。

* 本論文の作成については, いくつかの数式の展開について大阪産大経済学部の服部純典助教授および教養部の張替俊夫助教授より貴重なご教示を得た。ここに注記し感謝申し上げたい。

第1章 “value pricing” としての駐車料

1997年3月、クリントン大統領は1991年に成立したIntermodal Surface Transportation Equity Act (ISTEA, 1991) の成果を踏まえて、ISTEAの再承認と称すべきTransportation Equity Act for the 21st Century (TEA-21, 1998) を成立させた。ISTEAそのものが交通の安全性、環境問題、公共交通の活性化、ITSを含む新技術の開発等、極めて包括的な交通基本法として評価されたが、ISTEAに続くTEA-21もまた交通関連の財政支援、安全性、ハイウェイ計画、鉄道を含む公共交通問題等、幅の広い内容を持つ連邦助成法である¹⁾。

ところでわれわれが今回注目する駐車問題およびそれと密接に関係する道路料金の問題は、ISTEAでは“Congestion Pricing Pilot Program”として位置づけられ、またTEA-21では“Value Pricing Pilot Program”として米国でのいくつかの新たな挑戦を確認することができる²⁾。

Congestion Pricingですでに取り上げられたHOVレーンの対応は、新たなValue Pricingにおいては、既存のHOVレーンがHOT (High-Occupancy/Toll) レーンへと切換えられている。カリフォルニア州、コロラド州、フロリダ州、ミネソタ州、テキサス州等の州内の特定都市でこの切換が実現している。このHOTレーンでは多人数乗車の場合にはHOVとして無料で使用できるが、少人数乗車の場合は有料となり、しかも料金水準が混雑状態により異なるという点に特長がある。たとえばカリフォルニア州のSan Diego (I-15) では交通需要の大きさにより50¢から\$4の幅の中で通行料が変化する。またテキサス州 (Houston) のKaty Freeway (I-10) ではピーク時の2時間に限って有料化され、3人以上の乗車は無料であるが、2人乗車では\$2支払う(1998)。

また“Fast and Intertwined Regular” lanes (別称FAIRレーン) では、電子化された有料の高速レーン (“fast” lanes) と無料の普通レーン (“regular” lanes) が並行して設置され、利用者は事前に表示される高速レーン料金と普通レーンの時間コストを比較考量していずれか自分にとって有利なレーンを選択できる状態にある。

ところでわれわれが今回、最も関心を持つのは幹線道路上の交通サービスそのものよりは、むしろこれらの道路サービスの最終的な価値づけを実現する際に不可欠な補完サービスを提供する“駐車サービス”の問題である。残念ながら上記のValue Pricing Pilot Programの包括的な活動の中においてさえ駐車問題に関する言及は極めて少ない。しかしそのような限られた状況の中にあってもいわゆる“キャッシュアウト戦略 (cash out strategies)”は重要であり、とりわけ“駐

1) ISTEAの成立とその内容については次の文献が詳しい。西村弘『クルマ社会：アメリカの模索』、白桃書房、1998。またTEA-21の基本的な性格やそれに関連する法律については次の文献が有益である。川尻亜紀，“米国都市交通資本整備に対するISTEAおよびTEA-21の効果と評価” 交通学研究，2003年研究年報。See also <http://www.dot.gov/tea21/ascorecrd.htm>。

2) 以下のvalue pricingのパイロット計画についての説明は、Patrick De Corla-Souza, “Recent U.S. Experience : Pilot Project,” in *Road Pricing : Theory and Evidence*, ed., by G. Santos, Elsevier, 2004, pp.283-307に基づく。

車キャッシュ・アウト（parking cash out）”は注目すべき重要な社会経済的戦略である。

大都市の自動車通勤者は、衆知のように朝夕の出勤と退出のラッシュ時には大変な交通混雑を引き起こす。しかも彼等が朝の出勤時に自動車ですべての事業所に出勤する時、しばしば事業者の提供する無料の駐車施設を利用するか、あるいは事業者により経済的に援助を受けた低料金の駐車施設を利用する。そしてほとんどの場合朝の通勤時に駐車された通勤者の自動車は、彼等が夕方勤務を終えて帰宅に向かうまで長時間利用されることはない。（すなわちその間、大都市の重要な活動空間が死んだ状態におかれるのである。そこで以上のような自動車通勤が生み出す社会経済的な負の外部性と非効率的な都市空間の利用方法を改善するために、問題のValue Pricing Pilot Programでは、自動車通勤者に対し、既存の選択肢を残しながら、自発的に（社会的により効率的な）他の1つの選択に向わせるインセンティブ戦略を採用する。自動車通勤者は従来通り無料の、あるいは安価な事業者の駐車場を利用することかできる。しかしこれら自動車通勤者が公共交通、カープーリングあるいは他の交通手段に切り換えるならばその見返りとしてより高い所得（taxable cash income）を手に入れることを保証する。そしてこれら2つの選択のうちいずれを選択するかは通勤者自身の判断にまかせられる。これが駐車キャッシュ・アウト（parking cash out）の制度である。比較的公共交通のネットワークが整備されている地域、あるいは従業員がカープーリングやテレ・コミュートの受け入れに意欲的な地域ではこのようなキャッシュ・アウトの制度はうまく機能する。ミネソタ州およびカリフォルニア州のいくつかの事業所でこの試みがなされている。ミネソタ州の7ヶ所の事業所についての調査結果では、1人乗りの自動車通勤が11%減少し、カリフォルニア州の8ヶ所の事業所ではこのキャッシュ・アウト制の導入により1人乗りの自動車通勤が17%減少し、カープーリングの利用者が64%増加し、公共交通の利用者が50%増したといわれる。自転車と徒歩による通勤も33%増加している。これらの結果、自動車通勤者による駐車場の需要が総じて11%減少したと報じられている³⁾。

なお上記の自動車通勤のケースでは駐車場の利用をテコにして、他の交通手段への転換が誘導されるが、他のケースでは1家族が保有する自家用車の保有台数そのものを減らすことが本来の目的とされる場合もある。たとえばワシントン州のSeattleでは特定期間内に保有する車の台数を1台減らす家族は、セカンド・カーを保有する場合に必要な全国平均支出額を報奨金（weekly stipend）として受け取るという実験が行なわれている。このような自家用車の保有台数そのものを抑制しようとするプログラムは、上記の“parking cash out”に対し“car cash out”と称されている⁴⁾。

第2章 駐車料金論の展開

さてわれわれは第1章にてISTEAを引き継いだTEA-21を基本法とするValue Pricing Pilot

3) 以上の数値については、De Corla-Souza, op.cit., p.303を参照。

4) Ibid.

Programの中で、とりわけ駐車スペースの効率的な利用を求めてどのような展開がみられるのか、数少ない事例を通してその状況を見た。駐車スペースに関する問題は実証的な事例から価格理論という経済分析の領域に目を転じて、等しく過疎の領域から抜け出せない状況にある。road pricingに関する経済分析はこのところかなり一般化し、注目すべき文献も多くみられるようになったが、parking pricingの経済分析は未だ自己の地位の確認さえ危ぶまれるような状況にあるといえる。このような危うい状況の中で、あえて駐車料金論ないし駐車料金理論というものがあるような形でスタートし、現在どのような理論展開がなされているのか、顕著な貢献をなしたと思われる数名の経済学者の業績をふり返って見ることにする。

(1) William Vickrey

“The Economizing of Curb Parking Space,” Traffic Engineering, Nov., 1954.

恐らく著名な経済学者の中で駐車問題を真正面から取り上げたのはWilliam Vickreyが最初であろう。彼は1950年代の無秩序な路上駐車が大都市の通過交通および駐車交通の双方に対し社会的、経済的に極めて不都合な結果を与えているという状況を目の当りにして、経済学的な視点からどのような改革がなされるべきか彼の見解をのべたのが上記の小論文である。

まず当時の路上駐車の状況は、一般的に特定の場所に指定された駐車スペースを無料または名目的な料金で早い者勝ちに一定時間利用できる“割り当て制 (rationing)”であり、基本的な問題点は“最大のニードを持つ者が駐車空間を利用できるよう配慮されていないという点である”という。そこで経済学的な視点からすれば、この種の“rationing”のコンセプトを“pricing”のコンセプトに切り換えるべきであると主張する。

“If such situations are to be dealt with economically, it will be necessary to abandon the rationing concept of parking control, and adopt instead a concept of renting parking space to the parker in accordance with principles of the market in which demand is held down to the supply by means of the price charged. (p.63)”

Vickreyの駐車料金は、したがって簡単に図示すれば、Fig.1のようになろう。需要条件の変化(シフト)に伴って一定量の駐車スペースの下で料金水準が変化し、これにより $D=S$ の均等条件が維持されるべきであるというのが彼の基本的な考えである。しかし、Vickreyの需要依存型の駐車料金制度はよりきめの細かい現実的対応を考えている。駐車需要は現実には不連続的に $D_1D'_1$ から $D_2D'_2$ に突然はね上るわけではなく、漸進的により高い水準に移行して行くという事実を考え、特定の路上駐車の許容ゾーン内に確認できる空きスペースの状況に応じて段階的に駐車料金が増加して行く制度を考える。たとえば問題の許容ゾーンには20台分の駐車スペースが存在するとすれば、3台分以上の空きスペースがある場合はそのゾーンの全スペースを無料とし、空きが3台分になった時点で小額の料金が課せられ、そして全スペースが利用された時点で極めて高額な駐車料金に切り換えられる。また地域ごとの需要の違いに応じてそれぞれの地域で異なる駐車料金が採用される。最終目的地のロケーションにも左右されるが、利用者は相対的に低料

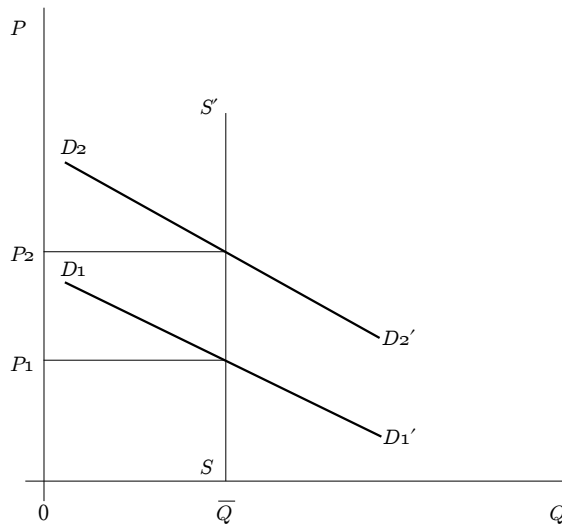


Fig. 1

金の地域での駐車スペースを選択し、とりわけ長時間の駐車利用者は敏感にこの料金差に反応して駐車スペースを選択することが期待される。しかし問題はこの種の刻々変化する駐車料金を運転者がどのように事前に察知するかである。基本的に現実に課される駐車料金を事前に知ることはできない。そこでメーターの金額表示盤を2つの部分に分け、片方の部分には事前に払込んだ金額を表示し、他方の部分には未払いの金額が表示される。すなわち事前に特定の駐車料金を支払っておいて、駐車終了時に残額を精算する方式（a post-payment meter）が提案される⁵⁾。経済学的な視点からすれば、当時の一般的な割り当て制（rationing）から価格制への切換えがVickreyの主たる提言である。

(2) Ian G. Heggie

“Urban Traffic Congestion: Solution by Restraint,” *The Logistics and Transportation Review*, vol. 9, 1973.

Heggieは1970年代初期の欧米の大都市で一般的に確認された交通混雑の状況とそれまでの代表的な都市の交通政策を振り返り、すでにこれほどまでに自動車化が深化した大都市においてどのような都市交通政策が有効かを問い直した。その結果、Heggieにとっては何等かのスーパー・ナチュラルな1つの政策に依存するよりも、むしろ比較的重要な複数の政策をバランスのとれた形で同時的に進める方法が良いと判断する。そしてこのバランスのとれた都市交通政策を考える場合に次の3つの事柄に留意する必要があることを強調する。

- a) 私的交通を意図的に抑制する必要があること。

5) Vickrey, op. cit, pp.64-65.

- b) 現行の公共交通は必ずしも私的交通の有効な代替手段とはなり得ないこと。
 c) 都市の交通混雑の解決は時間的に切迫した問題であり、何等かの新たな交通手段の出現まで待てる状況にないこと⁶⁾。

Heggieの複合的な都市交通政策の中には公共交通のインフラ建設や道路建設なども含まれるが、現実の効果的な都市交通政策としては既存の公共交通（バス）と私的交通のバランスをどうとるかがとりわけ重要な問題として提示される。

では (i) 何故、私的な自動車交通を抑制する必要があるのか、そして (ii) 抑制するとすればどのような手段によるべきか。

前者 (i) の問題は、私的な自動車交通が公共交通に比べてあまりに低い限界的評価の水準まで利用が拡大し過ぎている点 (under priced) にある。交通混雑地点にみられるように私的な自動車交通の社会的限界費用 (MSC(A)) の水準は実は極めて高い。そして私的交通と社会的交通のバランスのとれた配分を考えると、われわれは私的交通の社会的限界費用 (MSC(A)) と公共交通 (バス) の社会的限界費用 (MSC(B)) を比較し、それらが均等化するように両手段の利用が調整されなければならない。これがHeggieによる (i) の問題に対する答えである。

Heggieはこの社会的最適利用の問題を次のように図解する⁷⁾。いま問題の都市の (ij) 間の自動車道を利用する初期人・トリップ数が Fig.2 の Q_0 で表わされ、そのうち OP_0 の割合が自家用車によるもの、そして $O'P_0$ がバスの占める割合とする。そして自家用車の社会的限界費用 (MSC(A)) は右上りに上昇し、他方、バスの社会的限界費用 (MSC(B)) は、バスの人・マイルの比率の増加と共に左上りに上昇する。そこで社会的に最適な交通システムを実現するためには現行の P_0 から MSC(A) と MSC(B) が均等する P_1 の位置に人・トリップ数の割合を変更しなければならない。その割合の変更が実現するならば、(ij) ルートに関する社会的費用は全体として、ネットで①の面積だけ減少する。

$$\int_{P_1}^{P_0} \text{MSC}(A) dQ - \int_{P_1}^{P_0} \text{MSC}(B) dQ = a \quad 8)$$

さて次に (ii) の問題であるが、 P_0 から P_1 へのモーダルシフトは課税あるいは助成政策の結果として利用者の自発的な選択にまかされねばならない。Heggieは自家用車の私的コスト (C_A) とバスを利用する場合の私的コスト (C_B) の実質的なコスト差 ($C_B - C_A$) を変換価格 (diversion price) と定義し、この変換価格の大きさが丁度、税あるいは助成金による利用調整の役割を果たし、特定量のモーダルシフトを誘導することを期待する。Fig.3に示すように変換価格が $C_B - C_A$ の時バスの利用比率は P_0 であるが、変換曲線 (diversion curve) の関係を介して変換価格を $C'_B - C'_A$ の水準まで (バスにとり有利なように) 下げると、バスの利用率が社会的に最適な水準

6) Heggie, op. cit., p.101.

7) Heggie, op. cit., p. 104. われわれのFig.2は、説明を分かりやすくするために原図の必要な部分のみを取り出したものである。

8) この数式はHeggieの元の表現を1部変更したものである。cf. Heggie, op. cit., p.105.

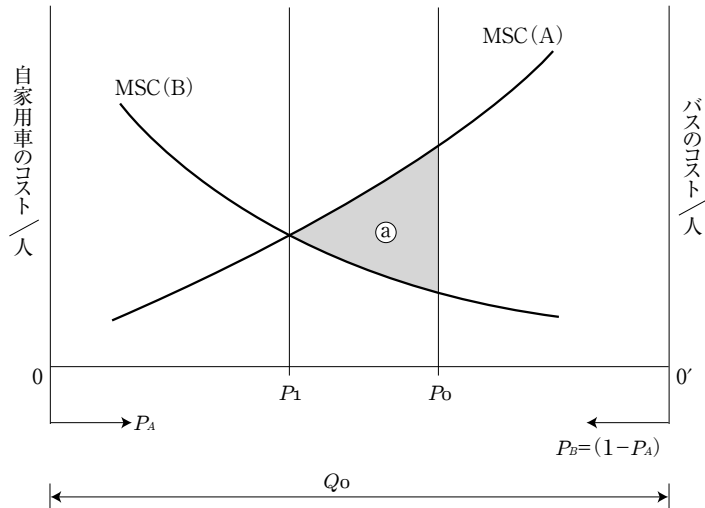


Fig. 2

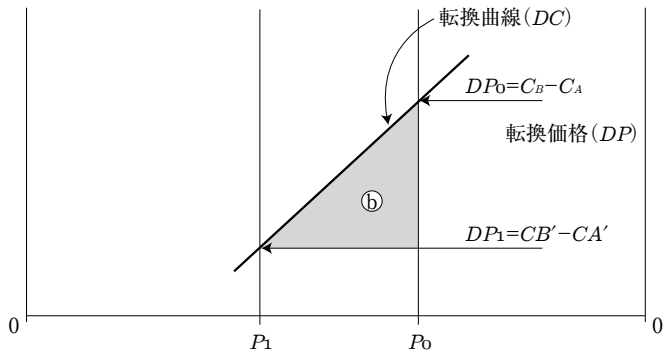


Fig. 3

である P_1 まで拡大することになる。いま轉換価格 DP_0 と DP_1 の価格差を ΔC で表わし、バス輸送量の変化分を $\Delta Q = Q_0(P_0 - P_1)$ で表わせば、上述の社会的費用の純減少分①と対比される、利用者の側の余剰面の変化分がFig.3の②で表わされる。すなわち② = $\frac{1}{2} \Delta Q \cdot \Delta C$ である。 P_0 から P_1 へのモーダルシフトがもたらす社会的な純便益は結局、コストサイドの①と余剰サイドの②の合計により決まる。最後に残された重要な1つの問題は、では轉換価格の差 ΔC をどのような手段により手に入れるかである。Heggieにとってこの問題は、より具体的には道路上の走行に関する road pricing として ΔC を手に入れるべきか、あるいは自家用車の駐車に関する parking pricing を通して手に入れるべきかという問題である。Heggieはこの問題については理論的な視点よりはむしろ現実的視点から当面の解決方法としては駐車料金制に依存した方が良いと判断する。ロードプライシングは理論上は理想的な解決方法であり、また極めて魅力的な方法であるが、現実には車種別、街路別あるいは時間別の最適料金を設定する必要性があり、それらを考える時、現行のロード・プライシングの技術は未だ信頼しうる域に到達していないと考える。(p.106)。

他方、駐車料金制は多くの人々が考えるほど非効率なものではなく、当面の、現実的なつなぎの解決方法 (a practical interim solution) としては充分評価できると考える。最後にHeggieは1969年に実施されたオックスフォード大学に勤務する全教職員を対象とする通勤調査の結果を取り上げ、駐車料金に対する利用者の反応、所得階級別の駐車料金の弾力性などの実証データを紹介している。

要するにHeggieの見解は、社会的に最適な都市交通を考える時、とりわけ自家用車の利用から公共交通へのモーダル・シフトが必要であり、このモーダルシフトを誘導するには、現実的な立場に立てばroad pricingよりはparking pricingを用いて誘導すべきである、というものである。

(3) Amihai Glazer and Esko Niskanen

“Parking fees and congestion,” *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, 1992.

VickreyやHeggieはパーキングの経済理論の展開を基本にすえながらも、両者ともその理論の現実的応用には細心の注意を払おうとする姿勢がはっきりと読み取れる。ところでGlazerとNiskanenの論文は上記の二人の経済学者とは対照的にparking pricingの理論展開そのものが中心となっている。

GlazerとNiskanenは都市の私的自動車の利用者を道路サービスの消費者と位置づけ、彼等を (i) ダウンタウンを最終目的地とする消費者と (ii) ダウンタウンを通過して他の目的地に向う消費者の2グループに分類する。交通サービスの種類として分類するならば前者は駐車交通 (parking traffic) であり、後者は通過交通 (through traffic) として分類される。

まず駐車交通サービスの限界的评价は各消費者により異なるものと仮定され、 i 番目の消費者による q 番目の駐車時間の限界的评价は、逆需要関数 (1) により表わされ、かつ (2) の特質を有するものとする。

$$p(i, q) \tag{1}$$

$$\frac{\partial p}{\partial i} \leq 0, \quad \frac{\partial p}{\partial q} < 0 \tag{2}$$

さらに消費者 i, j, \dots の限界的评价は完全に連続的な右下りの曲線を形成しうるほどに連続的な配列が可能なものとする。

他方、通過交通についても i 番目の通過交通の利用者 (消費者) の限界的评价は (3) で表わされ、(4) の特質を持つものとする。

$$v(i) \tag{3}$$

$$\frac{dv}{di} \leq 0 \tag{4}$$

いま1単位時間当りにダウンタウンに向う利用者の総数を E 、そして通過交通の利用者の総数を D とし、そしていずれの利用者も1トリップ当り F の私的走行コストを負担するものとする。この際 F は駐車時間の長さからは独立しているが、道路の混雑状態により直接影響を受けるも

のとする⁹⁾。

$$F = F(D + E) = F(X), \text{ ただし } X = D + E \quad (5)$$

$$\frac{\partial F}{\partial X} \cdot \frac{\partial X}{\partial D} = F'_x > 0, \quad \frac{\partial F}{\partial X} \cdot \frac{\partial X}{\partial E} = F'_x > 0 \quad (6)$$

GlazerとNiskanenはまず駐車料金を2部料金として組立てた場合の、消費者*i*の消費者余剰を定義する。すなわちショッピングその他いろいろの消費活動を行うために、この消費者が*q*単位時間の駐車を選択した際に発生する消費者余剰は

$$S(i, q) = \int_0^q p(i, x) dx - mq - l - r - F(X) \quad (7)$$

で表わされるものとする。ただし *m* は単位時間当りの駐車料金であり、*l* は駐車に関する2部料金の固定料金であり、*r* は駐車交通および通過交通の両方が道路の利用に対して支払う通行料 (a road-usage fee) であり、そして *F* はすでにみたようにいずれの利用者も私的に負担するトリップ当りの走行費である。

以上の前提で消費者*i*は自己の消費者余剰を最大にするための駐車時間を選択するとき (8) の条件を導く。

$$\frac{\partial S(i, q)}{\partial q} = p(i, q) - m = 0 \quad (8)$$

(8)より私的な消費者余剰を最大にするダウンタウンでの駐車時間は駐車料金*m*の関数として(9)により定まる。

$$q_i = q(i, m) \quad (9)$$

次に駐車交通および通過交通の両者を含めた社会全体の便益を考えてみる。そしてこの際、単位時間当り*N*台分の駐車場を供給するコストとして政府は (10)

$$C(N), \frac{dC}{dN} > 0 \quad (10)$$

の支出を必要とすると仮定する。またこの駐車場の供給数は需要数を上回らないとすれば

$$\int_0^E q(i, m) di = N \quad (11)$$

の条件を満たさなければならない。かくして社会全体の純便益の極大を求める条件は (12)のごとく定式化される。

$$\max_{D, m, E} W = \int_0^E \int_0^{q(i, m)} p(i, x) dx di + \int_0^D v(i) di - (D + E) \cdot F(D + E) - C(N) \quad (12)$$

なお (12) の社会的最適化を求めるに当っては (9) により駐車時間 *q* の選択は駐車料金 *m* の選択を通して行なわれるものとする。これより (12) の極大化の必要条件は次の3式により与えら

9) (5), (6) における変数*X*の導入は丸茂によるもの。

れる。

$$\frac{\partial W}{\partial D} = 0, \quad V(D) - F(X) - X \frac{\partial F}{\partial X} = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial W}{\partial m} = 0, \quad \int_0^E p(i, m) q_m di - \frac{dC}{dN} \int_0^E q_m(i, m) di = 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial W}{\partial E} = 0, \quad \int_0^{q(E, m)} p(E, x) dx - F(X) - X \cdot \frac{\partial F}{\partial X} - \frac{dC}{dN} \cdot q(E, m) = 0. \quad (15)^{10}$$

なお限界な通過交通の利用者 (D) と限界な駐車利用者 (E) については共に消費者余剰はゼロであるから

$$V(D) - r - F(X) = 0 \quad (16)$$

および

$$\int_0^{q(E, m)} p(E, x) dx - m \cdot q(E, m) - l - r - F(X) = 0 \quad (17)$$

とおける。そうすれば (13) と (16) より

$$r = X \cdot \frac{\partial F(X)}{\partial X} \quad (18)$$

を得る。また (8) と (14) より

10) (14) および (15) を導くに当っては (9), (11) より $N = f\{q(i, m)\}$ の関係が前提となっている。

$$\frac{\partial W}{\partial m} = \int_0^E \left[\frac{\partial}{\partial m} \int_0^{q(i, m)} p(i, m) dq \right] di - \frac{dC}{dN} \left(\frac{dN}{dq} \right) \cdot \frac{\partial q}{\partial m} \quad (14-1)$$

ところで $q = q(i, m)$ より $dq = \frac{\partial q}{\partial i} di + \frac{\partial q}{\partial m} dm$ であるが, (14) では m のみを変化させるので

$dq = \frac{\partial q}{\partial m} dm$ (14-2) である。これを (14-1) に代入すると, (11) を用いて,

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial m} &= \int_0^E \left[\frac{\partial}{\partial m} \int_0^{q(i, m)} p(i, m) dq \right] di - \frac{dC}{dN} \left(\frac{dN}{dq} \right) \cdot \frac{\partial q}{\partial m} \\ &= \int_0^E p(i, m) q_m di - \frac{dC}{dN} \int_0^E q_m di = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

を導く。そして

$$\frac{\partial W}{\partial E} = \int_0^{q(E, m)} p(E, m) dq - F(X) - (D + E) \frac{\partial F}{\partial X} - \frac{dC}{dN} \cdot \frac{dN}{dE} \quad (15-1)$$

(11) を用いて

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial E} &= \int_0^{q(E, m)} p(E, m) dq - F(X) - X \frac{\partial F}{\partial X} - \frac{dC}{dN} \cdot \left(\frac{\partial}{\partial E} \int_0^E q(E, m) dE \right) \\ &= \int_0^{q(E, m)} p(E, m) dq - F(X) - X \frac{\partial F}{\partial X} - \frac{dC}{dN} \cdot q(E, m) = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

を導く。

$$m = \frac{dC}{dN} \tag{19}$$

そして (15), (17), (18) および (19) より

$$l = 0 \tag{20}$$

を導く。

GlazerとNiskanenにとって (18) ~ (20) は基本的に重要な結論である。すなわち第1に、ダウンタウンを最終目的地として問題の道路サービスを利用する消費者およびダウンタウンを通過して他の目的地に向う消費者の両者に対して道路サービスの利用料金を課す場合、社会的に最適な道路料金(r)は、その利用者が E あるいは D のいずれの消費者グループに属するかを問わず、自らが引き起こす社会的限界費用、換言すれば限界スピルオーバーコストに等しくなければならないということ¹¹⁾。第2に、ダウンタウンにおける駐車料金が社会的に最適であるためには、駐車スペースの追加的供給に要する限界費用に等しい水準に設定する必要があること。そして第3に、この種の道路システムにおいて基本的に2部料金制を採用する必然性はないこと。ただし何等かの非経済的な条件により社会的にプライム・ベストの条件を期待できない状態においては、この固定的な駐車料金の部分でもってセカンド・ベストとしての補整を期待できるといえる¹²⁾。以上がGlazerとNiskanen (1992) の論文の基本的な内容である。

(4) S. P. Anderson and A. de Palma

“The Economics of Pricing Parking,” Journal of Urban Economics, vol.55, 2004.

Andersonとde PalmaはFig.4のような略図を背景に駐車問題を考える¹³⁾。考察の対象は買物客であり、略図の側道 (a side street) に沿ってのみ駐車が許される。当然のことながら買物客は可能な限りCBDに近い場所で駐車したい。したがってCBD近辺では駐車について過度の需要が発生し、駐車スペースの確保が困難となる。他方CBDから離れるにつれて駐車スペースは手に入りやすくなるが、駐車場からCBDまでの歩行距離 (時間) が大きくなる。Andersonとde Palmaは駐車場の利用に関わるコストを、前者の“場所探しのコスト (cruising cost)” と後者の“歩行 (時間コスト)” の総和として把握し、この総合的な駐車コストの社会的な最適条件を考察

11) 1トリップ当りの走行に要する私的コストは仮定により $F(X)$ であり、社会的に $X \cdot F(X)$ を発生させる。それ故たとえ D の微少の変化については社会的に

$$\frac{d(X \cdot F(X))}{dD} = \frac{dX}{dD} \cdot F + X \frac{dF}{dD} = F + X \frac{dF}{dD} \tag{i}$$

の費用が発生する。しかし D の微少の変化について各消費者は F のみ支払い、限界的なスピルオーバー、 $X \frac{dF}{dD}$ に対し責任を負わない。道路料金 r はまさにこの部分を内部化させる金額である。 D の変化に代えて E の変化についても同様のことがいえる。

12) See Glazer and Niskanen, op. cit., pp.127-128.

13) Fig.4はAndersonとde Palmaが実際に画いた図ではない。彼等の言葉による説明を筆者（丸茂）が図におき換えたものである。

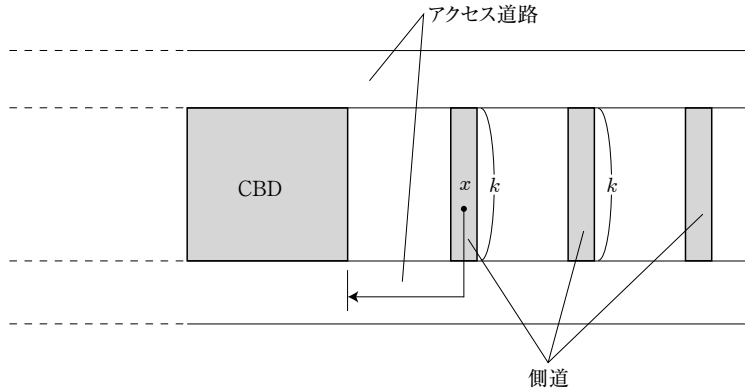


Fig. 4

する。彼等は駐車業者 (parking lot operators) を含む多様な問題を取り上げるが、われわれはこの際、彼等の提示する基本モデルとその下での社会的に最適な駐車料金の諸条件をみることにする。

さて潜在的な駐車利用者がある程度の狙いをつけて特定の側道で駐車スペースを探すとして、彼がCBDから x の距離に位置する地点でどの程度容易に駐車スペースを見出せるかは、 x の地点でどれほど多くの車がすでに駐車しているかにかかっている¹⁴⁾。いま各側道はFig.4が示すように、それぞれ k 台の駐車スペースを持つものと仮定しかつ現在 $n(x)$ 台の車が x 側道に駐車していると仮定すれば、無作為に空きスペースを手に入れる確率 $q(x)$ は

$$q(x) = \frac{k - n(x)}{k} \quad (4-1)$$

である。そしていずれか1つのスペースが空いている確率を $q(x)$ とすれば、1つの空きスペースを見出す前に探索しなければならない駐車スペースの数 (spots searched) の期待値は $1/q(x)$ である¹⁵⁾。いま問題の駐車スペースの空き具合をチェックするのに駐車利用者にとって1スペース

14) Andersonとde Palmaは、駐車利用者が、地点 x で停車すればその利用者はその地点で空きスペースが見つかるまで探しつづけるものと仮定し、かつ必ず見つけられることを暗々裡に仮定している。(See p.4)

15) Andersonとde Palmaは問題の期待値 $E = \frac{1}{q(x)}$ を以下のような手続で導く。

$$E = \sum_{n=1}^{\infty} nq(1-q)^{n-1} \dots \quad (1)'$$

すなわち具体的に展開すれば

$$E = q + 2q(1-q) + 3q(1-q)^2 + \dots \quad (2)'$$

両辺に $(1-q)$ を乗ずると

$$(1-q)E = q(1-q) + 2q(1-q)^2 + 3q(1-q)^3 + \dots \quad (3)'$$

(2)'から(3)'を差し引くと

$$Eq = q + q(1-q) + q(1-q)^2 + q(1-q)^3 + \dots \quad (4)'$$

両辺を q で割ると

当り r のコストがかかる とすれば、この駐車利用者にとって期待探索コスト (the expected search cost) は

$$S(x) = \frac{\gamma}{q(x)} \tag{4-2}$$

である。(4-1) を用いれば

$$S(x) = \frac{k\gamma}{k - n(x)} \tag{4-3}$$

となる。この期待コストは既存の駐車スペースの占有車数 $n(x)$ の増加関数であり、かつ通増的に増加する。このことは駐車利用者は $n(x)$ の数値 (混み具合) を考慮して出発の時間を調整すれば、余分のスケジュールの調整コスト (schedule delay cost) が発生するが、探索コストを抑えることができる。

さて (4-3) の期待探索コストでもって地点 x に駐車スペースを確保した駐車利用者は、そこから CBD まで歩かなければならない。いま単位距離当り t の徒歩コストがかかる とすれば、問題の個人が CBD に到達するには

$$C(x) = \frac{\gamma k}{k - n(x)} + tx \tag{4-4}$$

の総 (期待) コストを支出しなければならない。

以上のような仮定の下で Anderson と de Palma は “社会的最適化 (social optimum)” の問題として、買物客を CBD に誘導するために必要な社会的コストを最小化する条件を求める。すなわち

$$\min_{\{n(x)\}} SC = \int_0^{x_0} \left(\frac{\gamma k}{k - n(x)} + tx \right) n(x) dx \tag{4-5}$$

$$s.t. \int_0^{x_0} n(x) dx = N \tag{4-6}$$

ただし N は駐車スペースの社会的供給量であり、 x_0 は CBD からの社会的に最適な駐車空間のレンジ (距離) である。

まず (4-5) を x について微分し、次いで n について微分すれば次式を導く。Anderson と de

$$E = 1 + (1 - q) + (1 - q)^2 + (1 - q)^3 + \dots \tag{5}'$$

いま $(1 - q) = D$ とおいてゼロに近似の数値として右辺の m 項以後を削除すると

$$E \doteq D^0 + D^1 + D^2 + \dots + D^m$$

$$\therefore E \doteq \frac{D^0}{1 - D} + \frac{D^m - D^{m+1}}{1 - D} \tag{6}'$$

右辺の第 2 項をゼロに近似の数として再度除去すると結局、

$$E \doteq \frac{1}{1 - (1 - q)} = \frac{1}{q} \tag{7}'$$

を導く。

Palamはそれを駐車に関する社会的限界費用 λ と定義する。すなわち

$$\frac{\gamma k^2}{[k - n(x)]^2} + tx = \lambda, \quad x \in [0, x_0] \quad (4-7)$$

他方, (4-6) を積分の上限 x_0 について微分すれば $n(x_0) = 0$ であるから (4-7) より

$$\gamma + tx_0 = \lambda \quad (4-8)$$

を得る。さらに (4-7) と (4-8) より駐車地点 x における最適駐車台数 $n_0(x)$ は

$$n_0(x) = k \left(1 - \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma + t(x_0 - x)}} \right) \quad (4-9)$$

により表わされる。Andersonとde Palmaは $n_0(x)$ を最適駐車密度 (optimal parking density) という (see p.10)。なお $x < x_0$ にて $n(x) > 0$, そして $n(x_0) = 0$ であるので (4-9) を制約式 (4-6) に代入すれば

$$\int_0^{x_0} k \left(1 - \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma + t(x_0 - x)}} \right) dx = N \quad (4-10)$$

となる。その積分を求めれば, 結局 (4-11) となる¹⁶⁾。

16) (4-10) の左辺から以下のような手続きを経て (4-11) の左辺を導くことができる。(4-10) 左辺を Π とおけば

$$\Pi = k \int_0^{x_0} dx - k \int_0^{x_0} \gamma^{\frac{1}{2}} [\gamma + t(x_0 - x)]^{-\frac{1}{2}} dx \quad (1)'$$

$$\text{それ故 } \Pi = kx_0 - k\gamma^{\frac{1}{2}} \int_0^{x_0} [\gamma + t(x_0 - x)]^{-\frac{1}{2}} dx \quad (2)'$$

いま (2)' の右辺の積分項を α とおいて先に求めておくと

$$\alpha = \int_0^{x_0} [\gamma + t(X_0 - X)]^{-\frac{1}{2}} dx \quad (3)'$$

(3)' について $u = \gamma + t(x_0 - x)$ (4)' とおけば

$$du = -tdx \text{ i.e. } dx = -\frac{du}{t} \quad (5)'$$

それ故 (3)', (4)' および (5)' より

$$\begin{aligned} \alpha &= \int_0^{x_0} u^{-\frac{1}{2}} \left(-\frac{du}{t} \right) = -\frac{1}{t} \int_0^{x_0} u^{-\frac{1}{2}} du \\ \therefore \alpha &= -\frac{2}{t} \cdot \left[u^{\frac{1}{2}} \right]_0^{x_0} = -\frac{2}{t} \left[\gamma^{\frac{1}{2}} - (\gamma + tx_0)^{\frac{1}{2}} \right] \end{aligned} \quad (6)'$$

かくして (2)' と (6)' より

$$\begin{aligned} \Pi &= kx_0 - k\gamma^{\frac{1}{2}} \left[-\frac{2}{t}\gamma^{\frac{1}{2}} + (\gamma + tx_0)^{\frac{1}{2}} \right] \\ &= k \left[x_0 + \frac{2}{t}\gamma - \frac{2\gamma^{\frac{1}{2}}}{t} (\gamma + tx_0)^{\frac{1}{2}} \right] \\ &= \frac{k}{t} \left[tx_0 + 2\gamma - 2\sqrt{\gamma(\gamma + tx_0)} \right] \end{aligned} \quad (7)'$$

(7)' は (4-11) の左辺に等しい。

$$\frac{k}{t} \left(2\gamma + tx_0 - 2\sqrt{\gamma(\gamma + tx_0)} \right) = N \quad (4-11)$$

(4-8) を用いれば

$$\frac{k}{t} \left(\sqrt{\lambda} - \sqrt{\gamma} \right)^2 = N$$

これより駐車に関する社会的限界費用 λ は

$$\lambda = \left(\sqrt{\gamma} + \sqrt{\frac{Nt}{k}} \right)^2 \quad (4-12)$$

として表わすことができる。(4-12) を (4-8) に代入すれば最適な駐車地点（レンジ） x_0 は

$$x_0 = \frac{N}{k} + 2\sqrt{\frac{N}{k} \cdot \frac{\gamma}{t}} \quad (4-13)$$

として表わすことができる。

最後に最適駐車料金（optimal parking tariff）をみておこう。Andersonとde Palmaは最適駐車料金 $\tau(x)$ を駐車に関する社会的限界費用と私的費用の差として求める。かくして (4-4) と (4-12) より最適駐車密度を用いて最適駐車料金を表わせれば (4-14) となる。

$$\tau(x) = \left[\frac{\gamma k^2}{\{k - n_0(x)\}^2} + tx \right] - \left[\frac{\gamma k}{k - n_0(x)} + tx \right] = \frac{\gamma k n_0(x)}{\{k - n_0(x)\}^2} \quad (4-14)$$

おわりに

以上、われわれはまず米国の新たな交通政策（TEA-21, 1998）を通して、米国という最も自動車化した社会における現実の駐車問題を考察し、続いてVickrey, Heggie, Glazer and NiskamenおよびAnderson and de Palmaの研究業績を通して1950年代以降のいわゆる“parking pricing”の理論の発展を追ってみた。もっともわれわれが取上げた6人の経済学者は、この分野でのすべての研究者をカバーするものではなく、また彼等の研究のすべてを網羅するものでもない。もっぱらparking pricingの社会的最適性という基本問題に限定して彼等がどのように定式化し、どのように分析を進めるかを見ようとした。

当然のことながらVickreyが取り上げた1950年代のアメリカ大都市の駐車問題と21世紀の世界の大都市の駐車問題の時代背景は、少なくとも社会的、経済的に大きく異なるものである。Vickreyという交通経済理論の大家をして“rationingよりはpricingを”との提唱に留めさせた事実は、当時の大都市の時代背景によるのか、それとも現実の駐車問題の複雑さによるのか興味深い問題である。しかしいずれにせよこの提言は、駐車問題に関するもっとも根本的な提言であるといえるであろう。

Heggieのpark pricingの問題は、1960年代後半のイギリス大都市の交通混雑を背景に、私的交通と公共交通の利用を調整する必要性を説く中で、いわば二義的な選択として駐車料金制の採用

を提言した。スミード報告におけるロードプライシングの技術的適用性を知りながらも、その技術を信頼できなかったのである。この点でAnthony Downsらは、今日では電子式のスマート・カードを用いたロードプライシングの技術の方がパーキングに対する料金制度の採用よりも、技術的により容易であると主張する¹⁷⁾。いずれにせよHeggieの問題とする私的交通と公共交通の選択を調整する問題はparking pricingを超えたはるかに重要な問題であり、われわれがroad pricingやparking pricingを考察する際に、この種の上位の問題を常に意識することが重要である。

Glazer-Niskanen (1992) とAnderson-de Palma (2004) の2つの論文は、いくつかの点で対象的な内容を示している。1つは、ダウンタウン（あるいは特定の駐車予定場所）の駐車サービスを基本的に同質のものとして分析を進めるのか、あるいはより具体的にCBDを最終目的地として現実に駐車する場所との距離差（時間差）を質的分化（differentiation）の要因と考えて分析を進めるかどうかである。Glazer-Niskanenは前者の同質性を前提として理論を展開し、Anderson-de Palmaでは後者の異質性を前提に議論を進める。他の1つは、特定の駐車サービスの問題をそれ独自の（駐車）サービスとして基本モデルを展開するのか、あるいは問題の駐車サービスと密接に関係する他の交通サービス（e.g.幹線道路の通過交通サービス）を最初から基本モデルに組み込んでparking pricingを展開するかどうかである。Glazer-Niskanenはダウンタウンの駐車サービスは駐車サービスとして同質的に取扱い、他方、幹線ルートの通過交通は最初から駐車交通と直接影響し合う形で理論を展開する。Anderson-de Palmaの理論展開の最も特徴的なところは問題の駐車サービスの質的分化を強調する点にある。また彼等は幹線ルートに関わる交通サービスとの相互作用は基本モデルとは別個の問題として取扱う。さらにGlazer-Niskanenモデルは、連続的な限界評価関数を仮定して社会的な純便益の極大化を求めるのに対し、Anderson-de PalmaのモデルはFig.4のような具体的な図形を足がかりに社会的費用の極小化として理論を展開する。

いずれにせよVickrey (1954) 以後の駐車料金論は、ロードプライシングに比較してはるかに後発の研究分野であるといわざるを得ないであろう。われわれはそのような状況にあって入手しうる数少ない研究業績を通してVickrey以後の駐車料金論の代表的な分析手段とその結果の歩みを追ってみた。

〈主要参考文献〉

<http://www.dot.gov/tea21/scorecrd.htm>

Alder, H.L. and E.B. Roessler, *Introduction to Probability and Statistics*, 6th ed., Freeman, 1977.

Anderson, S.P. and A. de Palma, "The Economics of Pricing Parking," *Journal of Urban Economics*, vol.55, 2004.

17) Anthony Downs, *Still Stuck in Traffic*, Brookings, 2004, p.194.

- Arnott, R. and J. Rowse, "Modeling Parkig", *Journal of Urban Economics*, vol.45, 1999.
- Button, K. "Road Pricing as an Instrument in Traffic Management," in *Road Pricing: Theory, Empirical Assessment and Policy*, ed. By B. Johansson et al., Kluwer, 1995.
- De Corla-Souza, "Recent U.S. Experience: Pilot Project," in *Road Pricing Theory and Evidence*, ed. by G. Santos, Elsevier, 2004.
- Douglas Jr., R. W. "A Parking Model - The Effect of Supply on Demand," *American Economists*, vol.19, 1975.
- Downs, A., *Still Stuck in Traffic*, Brookings, 2004.
- Glazer, A. and E. Niskanen, "Parking fees and congestion," *Regional Science and Urban Economics*, vol.22, 1992.
- Heggie, I.G., "Traffic Congestion: Solution by Restraint," *The Logistics and Transportation Review*, vol.9, 1973.
- Sydsaeter, K. and P.J. Hammond, *Mathematics for Economic Analysis*, Prentice Hall, 1995.
- Vickrey, W., "The Economizing of Curb Parking Space," *Traffic Engineering*, Nov., 1954.
- 川尻亜紀, "米国都市交通資本整備に対するISTEAおよびTEA-21の効果と評価" *交通学研究*, 2003年研究年報。
- 西村弘, 「クルマ社会：アメリカの模索」白桃書房, 1998。