

鈴木孝幸**・轟朝幸***

By Takayuki SUZUKI **・Tomoyuki TODOROKI ***

1. はじめに

2002年2月に施行された「需給調整規制の廃止」などを背景として、タクシー事業者数やタクシー台数が増加してきた。一方、駅タクシープール(以下、TP)の拡張は困難なことが多く、TPの容量以上にタクシーが到着することによるタクシーの路上車線封鎖や交通妨害など、客待ち駅前タクシーによる渋滞対策が課題となっている。これを解決するには、客待ちタクシーの滞留削減をする施策が必要となる。

そこで本研究では、交通量削減施策の1つであるプライシング理論を適用したTP混雑課金制度の理論を提案し、JR千葉駅東口をケーススタディに混雑課金額を試算することを目的とする。

2. 混雑課金制度の整理と提案

一般的な混雑課金理論を、図-1の概念図に示す。この理論は、私的限界費用(以下、 $PMC(Q)$)、社会的限界費用(以下、 $SMC(Q)$)、需要曲線(以下、 $D(Q)$)を導出し、 $D(Q)$ と $PMC(Q)$ の均衡する点Eから、 $SMC(Q)$ の均衡する点Sへ変換を図るために、混雑課金としてSとBの差を課金し、交通量を Q_e から Q_s へ削減するものである。

ただし、混雑課金制度の理論や研究では多くが一般道を対象としたもの^{1)、2)}であり、TPに関しては理論定義がなされていない。

そこで、TPに関する混雑課金理論を定義する。なお、ここでは第1当事者をタクシードライバー(以下、TD)、対象をTPとし、費用算出時にはタクシー会社が負担する費用は算出項目に含まないこととする。

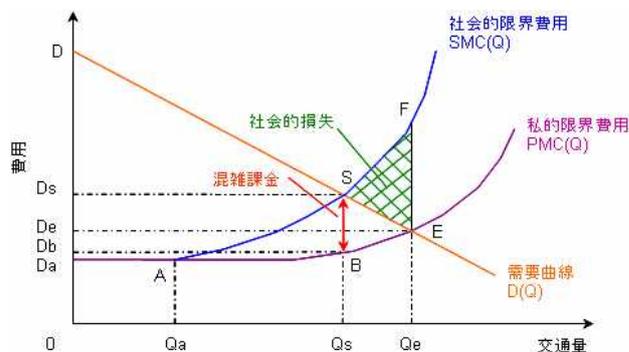


図-1 費用曲線の概念図

(1) $PMC(Q)$ の定義

私的費用は「当事者が負担している費用」であるが、TDの負担費用として、移動時間費用を算出項目の対象とする。これは、TDの利用客獲得までの待ち時間と、営業用乗用車の時間価値原単位を考慮することで求める。なお、TDの利用客獲得までの待ち時間増加分は、タクシー台数が増えるごとに出構間隔分だけ待ち時間が増加するものとする。 $PMC(Q)$ を表-1の式(1)に示す。

(2) $SMC(Q)$ の定義

$SMC(Q)$ には、 $PMC(Q)$ に外部費用の限界費用を計上する。外部費用は「当事者が負担せずに、第三者が負担する費用」である。TPの場合、タクシーがTPの容量以上に到着することで路上滞留し、車線・道路容量を減少させ、一般交通の旅行時間増加を引き起こすことから、限界外部費用として一般交通の総旅行時間増大分を取り入れる。 $SMC(Q)$ を表-1の式(2)に示す。

(3) $D(Q)$ の定義

$D(Q)$ は、予算制約下での複数の財の消費行動による効用最大化問題とされる。対象がTDの場合、利用客が多く回転が良いとき、すなわちTPでの待ち時間が少ない時は、TDはTPを利用すると考えられる。逆に、TPでの待ち時間が多きときにはTPの利用を控えることが考えられる。つまり、TPからの出構台数と待ち時間に連関があることが考えられる。これより、 $D(Q)$ を表-1の式(3)に示す。

*キーワード：交通管理、TDM、混雑課金、タクシー

**正員、修(工)、東京地下鉄株式会社鉄道本部工務部
(東京都台東区東上野3丁目19番6号、
TEL03-3837-7094、FAX03-3837-7171)

***正員、博(工)、日本大学理工学部社会交通工学科
(千葉県船橋市習志野台7丁目24番1号744室、
TEL&FAX047-469-5219)

表 - 1 費用関数の定義式

費用	項目	定義式
私的 限界費用 $PMC(Q)$	移動時間 増加分	$PMC(Q) = \Delta WT_Q \times Q \times TV_T$ (1)
社会的 限界費用 $SMC(Q)$	滞留被害	$SMC(Q) = \Delta WT_Q \times Q \times TV_T$ $+ \Delta T_C \times Q_C \times TV_C$ (2) $+ \Delta T_B \times Q_B \times TV_B$
需要曲線 $D(Q)$	一般化費用 と出構台数 の関係	$D(Q) = \alpha + \Delta AWT_Q$ $\times Q \times TV_T$ (3)
(注釈)		
$PMC(Q)$: 私的限界費用 (円)		
WT_Q : タクシー待ち時間 (分)		
Q : タクシー台数 (台)		
TV_T : 営業用乗用車時間価値原単位 (円/分・台)		
$SMC(Q)$: 社会的限界費用 (円)		
T_C : 普通乗用車旅行時間 (分)		
Q_C : 普通乗用車交通量 (台)		
TV_C : 普通乗用車時間価値原単位 (円/分・台)		
T_B : バス旅行時間 (分)		
Q_B : バス交通量 (台)		
TV_B : バス時間価値原単位 (円/分・台)		
$D(Q)$: 需要曲線 (円)		
α : パラメータ		
AWT_Q : 出構台数に対するタクシー待ち時間 (分)		

3. ケーススタディ対象地区

本研究では、JR千葉駅東口をケーススタディの対象とする。JR千葉駅東口には容量60台のTPがあるが、容量を超えた場合はTP入口を先頭に駅前大通りに路上滞留し、最長で約500mに及ぶこともある。なお、2005年からは駅前のTPとは別に第2 TP (千葉市役所駐車場) を設置したタクシーショットガンシステムを夜間のみ導入している (国土交通省社会実験 2008年3月終了)³⁾。対象地区を図 - 2 に示す。



図 - 2 JR千葉駅東口におけるタクシー滞留の仕方

4. 混雑課金額算出のための基礎データ

$PMC(Q)$ の導出には、TPでの待ち時間やタクシー台数の把握が必要となる。タクシーショットガンシステム社会実験にあわせて実施されたTP全日調査データ³⁾を用

いて算出を行う。また、 $SMC(Q)$ には外部費用が必要となるが、現地調査を行い、交通シミュレーションを用いて旅行時間の計測を行う。さらに、営業用乗用車と普通乗用車とバスの時間価値原単位算出を、データより算出する。

(1) TP全日調査データの活用

2007年3月15日(木)16日(金)に、JR千葉駅東口のTPにて全日調査³⁾が実施された。全日調査概要を表 - 2 に示す。また、本研究では全日調査データの中で、混雑課金額算出のために必要な値を抽出し活用する。全日調査より得られ、活用する調査データを表 - 3 に示す。

表 - 2 TP全日調査内容

項目	内容
調査地点	JR千葉駅東口TP 千葉市役所駐車場(ショットガン時)
調査日時	2007年3月15日(木)・3月16日(金) 7:00~ショットガン終了(24:30頃)まで
調査内容	タクシー入構(到着)台数・入構(到着)時間 タクシー出構台数・出構時間 タクシーナンバープレート・タクシー滞留長

表 - 3 TP全日調査の本研究での使い方

全日調査内容	本研究での活用内容
出構台数	タクシーの供給量・需要量
出構時間	平均出構間隔(0.53分)
出構時間と入構時間の差	タクシーの待ち時間

(2) 交通実態の現地調査

外部費用計測には交通シミュレーションを活用する。その基本データ取得のために現地調査を行った。調査概要を表 - 4 に、調査地点の概略図を図 - 3 に示す。

表 - 4 交通実態現地調査の概要

項目	内容
調査地点	駅前交差点 ・ 富士見東電前交差点(南・北側) 中央公園交差点
調査日時	2007年10月29日(月) 17:50~20:10 天候:晴
調査内容	交通量・旅行時間・信号現示・タクシー台数・タクシー滞留長



図 - 3 調査地点概略図

また、調査結果を表 - 5 に示す。調査対象地が駅前であることから、バスの交通量が全交通量の約2割を占

めている。また、タクシーの滞留は18時台には確認できなかったものの、19時台には滞留が確認できた。

表 - 5 現地調査結果

調査地点	調査内容	18時台	19時台
中央公園	普通乗用車流入台数(台/時)	518	425
	バス流入台数(台/時)	105	83
富士見(南側)	普通乗用車流入台数(台/時)	50	53
	バス流入台数(台/時)	9	14
富士見(北側)	普通乗用車流入台数(台/時)	35	31
	バス流入台数(台/時)	1	0
駅前	タクシー到着台数(台/時)	57	76
	タクシー最大滞留長(m)	0	150
中央公園駅前	平均旅行時間(秒)	112.22	104.16

(3) 交通シミュレーションの実行

現地調査より得られたデータを活用し、交通シミュレーションを行う。交通シミュレーションの再現性については、5分間の流入交通量と旅行時間の2つについて、現地調査結果とシミュレーション結果を比較した。シミュレーションは10回行い、この10回の平均値をシミュレーション結果とした。現地調査とシミュレーションの再現性について、表 - 6 ~ 8 に示す。結果より、いずれも相関係数が高く、誤差が0に近いこと、さらにはt検定も有意差がないことから、概ね再現性を確保できていると考えられる。

表 - 6 普通乗用車断面交通量再現性

	中央公園	富士見(南)	富士見(北)
相関係数	0.86	0.97	0.96
平均誤差	1.68	0.62	0.40
RMS 誤差	4.62	0.80	0.59

表 - 7 バス断面交通量再現性

	中央公園	富士見(南)	富士見(北)
相関係数	0.89	0.96	1.00
平均誤差	0.31	0.35	0.01
RMS 誤差	1.53	0.51	0.06

表 - 8 旅行時間再現性

検定内容	結果
F 検定	2.392*E-7
ウェルチの t 検定	-1.748 (5%有意水準棄却域 2.048)

次に、本研究では交通シミュレーションを用いて、タクシーの滞留がない場合と滞留がある場合の普通乗用車ならびにバスの総旅行時間を計測し、一般交通への費用増大分を推計するための基礎データとする。シミュレーションによって求められた滞留長別の普通乗用車とバスの総旅行時間計測結果を表 - 9 に示す。シミュレーション結果より、306m、420m地点での総旅行時間が増大することがわかった。これは、単路においてタクシー滞留

が0台から1台発生することで、道路容量を1車線分削減していることが要因と考えられる。

表 - 9 滞留長別総旅行時間計測結果

滞留長(m)	総旅行時間(時間)	普通乗用車総旅行時間(時間)	バス総旅行時間(時間)
0	23.68	18.61	5.07
6	23.74	18.67	5.07
12	23.73	18.67	5.07
100	23.75	18.68	5.07
306	25.35	19.87	5.48
312	25.41	19.89	5.53
400	25.70	20.15	5.55
420	26.35	20.67	5.67
426	26.47	20.81	5.67
500	29.47	22.79	6.68

(4) 時間価値原単位の算出

時間価値原単位の算出方法は、国土交通省道路局が公表している「時間価値原単位および走行費用原単位(平成15年価格)の算出方法⁴⁾」を参考にした。

算出にあたっては得られる最新のデータをもとに、当該地域の車両別時間価値原単位を算出した。なお、車種はPIに入構するための空走中タクシーである「営業用乗用車」、小型乗用車と賃走中のタクシーを含めた「普通乗用車」、および「バス」の3車種にわけた。時間価値原単位算出結果を表 - 10 に示す。結果より、乗車人数が多いバスが、最も時間価値原単位の高い車種となった。

表 - 10 車種別時間価値原単位結果

車種	算出値(円/分・台)
営業用乗用車	74.56
普通乗用車	64.32
バス	406.89

5. 混雑課金額算出

(1) $PMC(Q)$ の導出

$PMC(Q)$ の導出は、平均出構間隔0.53(分)と時間価値原単位74.56(円/分・台)を式(1)にあてはめ、タクシー待機台数の変化による $PMC(Q)$ の導出を行った。

(2) $SMC(Q)$ の導出

$SMC(Q)$ の導出では、外部費用として表 - 9 の値を線形補完し総旅行時間差を求め、表 - 10 の時間価値原単位を式(2)にあてはめることで求められる。

(3) $D(Q)$ の導出

$D(Q)$ の同定では、全日調査データ³⁾より1時間単位に区切った待ち時間とタクシーの出構台数の関係から、近似式を求めることによって導出した。その際、需要曲線を表 - 11 に示す4つの時間帯にセグメントわけをし、 $D(Q)$ の導出を行った。

表 - 11 需要曲線算出の時間帯

No.	対象時間帯 (時刻)
1	午前 (8時~12時)
2	日中 (12時~16時)
3	夕方 (16時~20時)
4	夜間・深夜帯 (20時~24時)

(4) まとめ

以上の $PMC(Q)$ 、 $SMC(Q)$ 、 $D(Q)$ を合わせて図 - 4 に示す。図 - 4 において $SMC(Q)$ が大きな山型を描くタクシー台数80台、90台にあたる部分は、それぞれ306m、420m地点である。これは路上に滞留するタクシー1台目において、道路容量が削減され旅行時間が大幅に増大することが、2台目以降は旅行時間の増大が1台目ほどの影響はないため描かれたものである。また、タクシー台数80台以降は、バスの通過車線上にタクシーが路上滞留し、普通乗用車とも混在するため、バスの総旅行時間が増大し費用が大きく増加することによる。これは、時間価値原単位が普通乗用車よりも高いため、バスの旅行時間増大は影響が大きいと考えられる。さらには、車線数が2車線から1車線へ削減される90台以降は、普通乗用車・バスともに旅行時間が増大されるなど、道路構造や交通量も外部費用に影響を与える結果となった。

以上より、本研究がケーススタディの対象としたJR千葉駅東口では、タクシー台数80台で一般交通への影響が大きく現れることから、タクシーが80台にならないような施策と、そのための混雑課金を設定することが重要と考える。各 $D(Q)$ と $SMC(Q)$ の交点と $PMC(Q)$ の乖離分である混雑課金額の設定は、本研究が対象としたJR千葉駅東口では、8時~12時と12時~16時に関しては、混雑課金を実施しても効果が薄いと考えられるが、16時~20時においては約200円、20時~24時においては約1,500円と設定することがモデル上最適と考えられる。

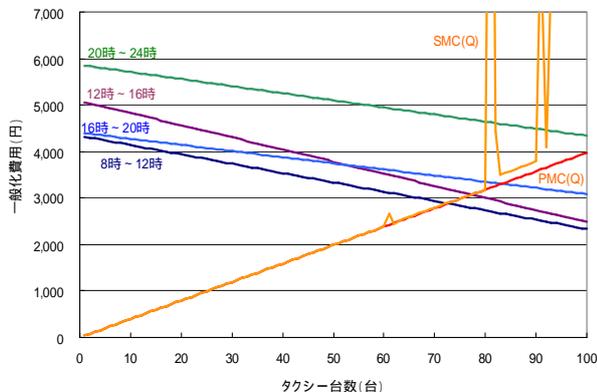


図 - 4 TPにおけるタクシーの費用曲線・需要曲線

20時~24時においては、現地調査を行った時間帯の交通量より少ないことが予想されるため、20時~24時における交通シミュレーションを再構築し、 $SMC(Q)$ と混雑課金額を算出した。主な変更点を表 - 12に示す。また、

表 - 12を考慮した費用曲線を図 - 5 に示す。

結果として、図 - 4と同様に20時~24時においてもタクシー台数80台において需要曲線と $SMC(Q)$ が交差し、そのときの混雑課金額は約1,500円が試算された。

表 - 12 20時~24時における交通量の変更点

車種	変更前	変更後
普通乗用車	実測交通量	実測交通量の1/2
バス	実測交通量	千葉駅東口のバス時刻表より、20時~24時に通過する交通量

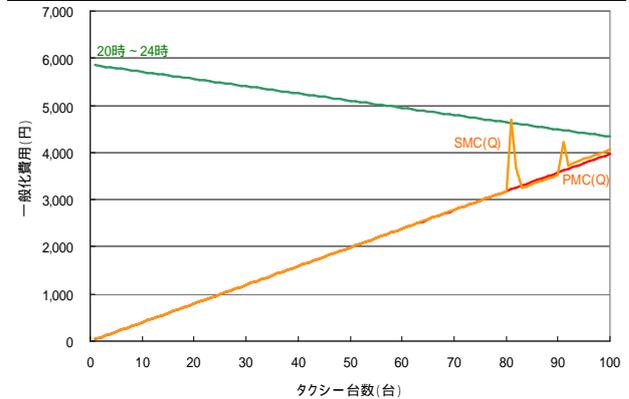


図 - 5 20時~24時のタクシーの費用曲線・需要曲線

6. おわりに

本研究では、TPにおける混雑課金制度の理論を提案し、ケーススタディ地区 (JR千葉駅東口) における交通実態調査と解析を通じて、TPの混雑課金額を試算した。JR千葉駅東口TPでは、16時~20時に約200円、20時~24時に約1,500円の混雑課金を適用させることがモデル上最適であることが示された。また、バスの時間価値原単位が高いためバスの旅行時間増大は外部費用に大きく影響を与えることがわかった。さらには、道路構造とタクシー滞留による交通流への影響から、限界費用 $SMC(Q)$ が大きな山型を描くことがわかった。この点が、自動車交通とTPへの混雑課金理論が異なる点として考察できる。

今後の課題としては、さらにケーススタディ対象を増やすこと、外部費用算出の際の交通量調査時間帯を広げて時間帯・交通量に合わせたより最適な混雑課金額の詳細な検討、TP混雑課金制度の実導入へむけた課題の整理などが挙げられる。

参考文献

- 1) 山内弘隆・太田和博：ロード・プライシングの経済理論，国際交通安全学会誌 Vol.15 No.4, pp.240-247, 1989.
- 2) 交通学説史研究会：交通学説史の研究，財団法人 運輸経済研究センター，pp.165-181, 1982.
- 3) 国土交通省関東運輸局 自動車交通部：スマートプレートを利用したショットガンシステム，2007.
- 4) 国土交通省道路局：時間価値原単位および走行費用原単位（平成15年価格）の算出方法，2003.