

都市内道路混雑対策としての ロードプライシング

味水佑毅 [みすいゆうぎ]

流通経済大学流通情報学部准教授

根本敏則 [ねもととしのり]

敬愛大学経済学部教授

持続的な経済成長のための生産性向上に向けて、
渋滞の解消は喫緊の社会的課題となっている。
都市内道路の混雑対策としてロードプライシングを取り上げ、
その理論や導入上の課題を踏まえつつ、諸外国における導入事例を概観し、
日本での実施に向けた今後の展望について検討する。

1 はじめに

わが国では、今後想定される労働力の減少を補いつつ、持続的な経済成長を実現するため、生産性を向上させることが社会的な課題となっている。この課題に対して、国土交通省では2016年を生産性革命元年と位置づけ、生産性革命に取り組むこととしている。また、その中で「ピンポイント渋滞対策～渋滞解消で労働力の創出～」が対策の例として示されている。国土交通省（2016）によれば、渋滞損失は移動時間の約4割程度を占めており年間の損失時間は約50億人時間に達している。これは約280万人分の労働力に匹敵するものであり、この問題の解決はわが国が抱える喫緊の社会的課題といえる。

都市内道路の混雑対策の手段は、交通需要マネジメントと道路課金の2つに大別できる。このうち、交通需要マネジメントは自動車の効率的利用やパーク・アンド・ライドの

促進、公共交通への利用転換など、人々の交通行動の変更を促すことで、交通混雑を緩和していくことを目指している。それに対して、道路課金は道路の利用に応じて利用者から料金を徴収する仕組みをさす。

道路課金には、持続可能な道路インフラの提供のための財源調達を目的とするものと、道路利用者の経路選択、出発時間選択を変えて混雑緩和、環境改善を目的とするものなどがある。本稿では、後者の目的の道路課金、すなわち「混雑緩和のために混雑時間帯の混雑道路の利用に料金・税金を課すこと」をロードプライシングと呼ぶ。なお、このロードプライシングについて、交通需要マネジメントの一形態（経済的手法）として位置づけられる場合もあるが、本稿では両者の違いを明確にするため区別して扱うこととしたい。

これまでわが国では道路課金は財源調達目的が主であり、交通混雑をはじめとする交通環境改善のための政策手段としては交通需要

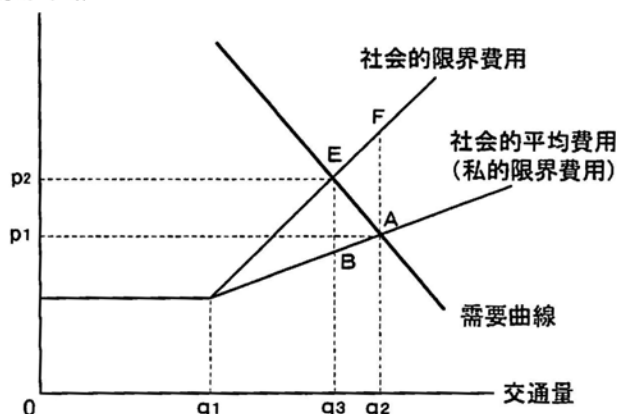
マネジメントが用いられてきた。しかしながら、後述するように、諸外国では1970年代から混雑対策としてロードプライシングが導入されてきている。また、その形態も課金技術の進展を背景として、混雑の程度に応じて課金額を変化させるダイナミック・プライシングも導入されるようになってきた。混雑対策が交通需要マネジメントのみに依拠していることは政策手段の選択上、決して好ましいことではなく、また課金技術の進展により、従来より安価かつ正確なロードプライシングが実現可能となってきているなかで、わが国においてもロードプライシングの導入に向けた具体的な検討が求められている。

以上の問題意識にもとづき、本稿では都市内道路混雑対策としてのロードプライシングについて論じる。具体的には、はじめにロードプライシングの理論と導入における課題を確認したうえで、ロンドンとシンガポールにおける導入事例について概観する。そのうえで、わが国におけるロードプライシング導入に関する検討を行い、今後のわが国における都市内道路混雑対策に対する知見を導くこととしたい。

2 ロードプライシングの理論

ロードプライシングは、交通量を最適水準に調整するために市場メカニズムを利用するものである。限界費用価格形成原理にもとづき外部不経済を内部化するピグー税を混雑問題の解決に応用したものであり、今から約60年前にWalters (1961)によって提案された。本節では、このロードプライシングの

図1 ロードプライシングの理論
費用・価格



理論について簡単に確認する。

いま、ある2地点間に人々が通勤に用いている道路があるとする。この道路というサービスの供給と消費の過程で、道路管理者に道路建設費と維持費などが、道路利用者に燃料費と時間費用などが、それ以外の第三者に騒音や大気汚染費用などが生じる。平均的な交通量当たりの費用を推計すると、一般に時間費用が最も大きいため、以下では時間費用に着目して費用の構造を考える。

図1に道路サービス市場の需要曲線と費用曲線を示している。この道路では交通量 q_1 から混雑が生じ、道路利用者の平均通勤時間、すなわち社会的平均費用が増加する。社会的平均費用は新たに道路を利用しようとする人が負担しなければならない費用を意味するため、その人にとっては私的限界費用でもある。したがって、支払意思額を表す需要曲線と私的限界費用の交点Aでこの道路の交通量は均衡する。しかし、最後に加わった道路利用者がこの道路を利用することは、それまでに加わっていた他の道路利用者の時間費用も少しずつ増加させることを意味する。

社会的限界費用は、交通量が1単位増えることにより、すべての道路利用者に生じた費用の増加を意味するため、 q_2 で交通量が1単位増えれば社会的限界費用から支払意思額を引いたFAの分だけ社会的には純損失が生じることになる。

そして、道路サービス市場の資源配分において最適な交通量は、社会的限界費用と需要曲線が交わる点Eに対応する q_3 である。過剰な交通量 q_2 を q_3 に減らすためには、社会的限界費用と私的限界費用の差分であるEBの分だけ道路利用者に課金する必要がある。そうすることにより、道路利用者が認識する私的限界費用曲線がEBの分だけ上方にシフトし、道路利用者は p_2 という価格に直面する。結果として、交通量の減少により、三角形EAFの分だけ資源配分が改善する。

なお、混雑ともない増加する時間費用は、騒音や大気汚染費用と同様に外部不経済に分類される。ただし、道路利用者は混雑の原因者であるものの、同時に被害者でもあり、その影響は道路利用者というグループの「内部」で生じるため、見方次第では必ずしも「第三者（外部）に及ぶ悪影響（不経済）」とはみえないかもしれない。しかし、上述したように、個々の道路利用者単位で見れば、彼らは他の道路利用者に及ぼす影響を考慮せずに自らの道路サービスの消費という意思決定を行っており、それが結果として資源配分上の非効率をもたらしているものであって、その意味では他の外部不経済と同じ性質を有しているといえる。

以上がロードプライシングの理論の概説であるが、現実には図1に示した需要と供給の関係が、道路ごとにリアルタイムに変化するという複雑性を有していることに留意が必要

である。

3 ロードプライシング導入の課題

2節でみたように、ロードプライシングの理論は原理的には明解であり、わかりやすい。しかしながら、実際の導入に対する道路利用者や地域住民の反対は根強い。そもそも、混雑は道路サービスの品質低下を意味し、品質が低下すればするほど価格（課金額）が高くなるという理論は直感的には納得しづらいのかもしれない。

ロードプライシング（混雑料金）について論じた山田（2001）は、その問題点として以下の5点を挙げている。

- (1) 消費者余剰の減少
- (2) 所得分配への影響
- (3) 混雑料金を実施する際の技術的な問題
- (4) 混雑費用の計測と最適混雑料金算出の問題
- (5) 超混雑状態における混雑料金のあり方に関する問題

このうち、(1)と(2)はロードプライシングを導入する上で必然的に生じるものである。すなわち、ロードプライシングは社会全体の余剰（社会的余剰）の最大化を志向するものであって、交通量が減少し混雑料金が政府に移転するので消費者余剰は減少する。また、ロードプライシングは資源配分の最適化を志向するものであって、所得分配への影響は考慮していない。したがって、ロードプライシングを導入する対象道路・対象エリアの道路利用者に、時間価値が相対的に低い低所得者が含まれるならば所得分配に負の影響（逆進性）が生じる。これらの問題点があるためロードプライシングの導入にあたって社

会的受容性を考慮する必要がある。ロードプライシングの導入にあたっては、直接的に影響を受ける道路利用者の理解が得られるように課金収入の適切な還元仕組み、特に低所得者を考慮した代替交通手段（公共交通）の整備・拡充などが求められる。

また、(3)～(5)もロードプライシングの制度設計において重要な課題である。上述したように、現実には、道路の混雑状況（道路サービスの需要と供給の関係）は、道路ごとにリアルタイムに変化し最適な課金額もそれにあわせて変化する。そのため、完全に理論に合致した課金額を個々の道路利用者に対して定めることは難しく、実際には技術的に可能な水準で平均化した課金額を徴収することとなる。4節では、導入事例のうちロンドンとシンガポールを取り上げ概観する。

4 諸外国における

ロードプライシングの導入事例

4.1 ロンドンにおけるロードプライシング

(1) 概要

本節では、ロンドンとシンガポールにおけるロードプライシングの概要と導入プロセスについて、根本・今西（2017）、野口（2019）、早川（2019）に基づいて整理する。

ロンドンにおけるロードプライシングは、2003年2月に導入された。その課金形態は、都市内の自動車交通を課金対象とするエリア課金（1日に何回進入しても同額）であり、課金エリア（約22km²、図2）内に進入する車両の運転者は、車両のナンバーを登録し事前または進入した日の深夜0時までには課金額を支払う必要がある。現在ではクレジットカードによる自動払い（Auto Pay）とデビ

ットカードによる自動払い（Fleet Auto Pay、対象：5台以上の車両を有する企業）が約8割を占めている。

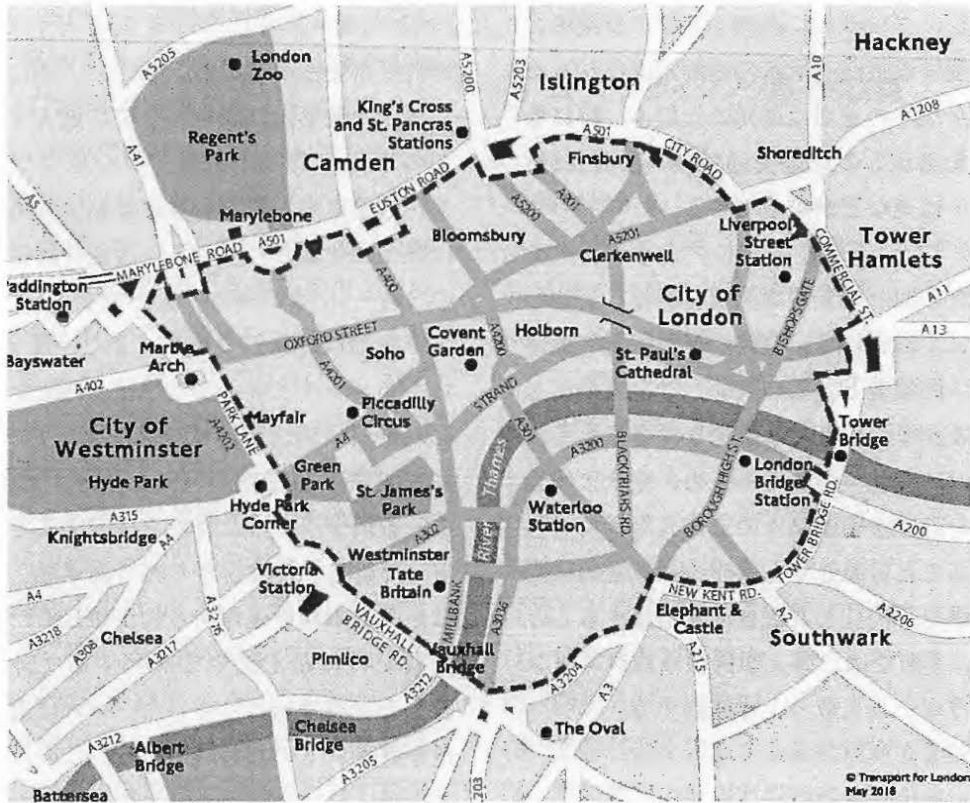
課金対象車両は課金エリアに進入するすべての車両であるが、バイクやタクシー、バス、緊急車両、障がい者が運転する車両などは課金が免除されている。課金時間帯は平日の7時～18時であり、土日、祝祭日および年末年始は対象外である。また、課金額は1日11.5ポンドであるが、Auto Payを対象とした割引（10.5ポンド）や課金エリア内の住民を対象とした割引（90%割引）などがある。割引が決まった経緯を確認すると、ロンドンでは古い建物が多く路外駐車場、たとえば地下駐車場を確保するのが難しいため、居住者だけに路上駐車を許可する「居住証明書」を有料で発行していた。いわば道路使用料が課されていたわけである。このため居住者から「ロードプライシングで二重の負担になる」というクレームを受けることとなり、割引することとなった。

なお、課金技術としてはナンバープレート自動認識（Automatic Number Plate Recognition：ANPR）が用いられており、課金の支払状況と照合され支払いが行われていない場合は反則金の請求がある。そして、2017年の課金収入は約250百万ポンド（約333億円）であり、運営・管理費（約86百万ポンド）を差し引いた純収入（約164百万ポンド）は、路線バスの拡充などの交通改善策に充当されている。

(2) 導入プロセス

ロンドンにおけるロードプライシングは2003年2月に導入されたが、イギリスにおいてロードプライシングの検討が始まったの

図2 ロンドンにおけるロードプライシングの課金エリア



注) 破線：課金エリア境界(内側が課金エリア)

出所) <https://tfl.gov.uk/ruc-cdn/static/cms/images/congestion-charge-ulez-map.jpg>

はその約40年前の1960年代である。1964年に発表されたスミード委員会報告書は、ロードプライシングの有効性を提示したが、実証には至らず、その後も3節で示した技術的問題や低所得者層への影響などからその導入は見送られてきた。しかし、1997年に誕生した労働党政権はロードプライシングを交通政策の主要課題として位置づけ、2000年にグレーター・ロンドン・オーソリティが設置されるとともに、その下部組織であるロンドン交通局にロードプライシングを実施する権限が付与された。また、同時期にイギリス政府がセントラル・ロンドンにおけるロードプライシングの検討に向けて設置した独立ワーキンググループ(The Review of Charging

Options for London: RCOL)も、ロードプライシングに肯定的な報告書を発表している。そのような状況の下、2000年5月にロードプライシングの実施を公約に掲げてロンドン市長に当選したリヴィングストン市長(労働党)の主導により検討が進められ、2003年の導入に至った。

ロンドンにおけるロードプライシングでは、2003年の導入後もさまざまな修正が加えられている。たとえば、課金の支払方法は、当初、事前払いのみであったが、2006年からは進入した日の深夜0時までを支払うことが認められるようになり、2011年1月にはAuto Payが、2015年6月にはFleet Auto Payが導入され、道路利用者の利便性が向上

している。また、課金エリアについては、2004年のロンドン市長選挙の公約を反映して西方に拡大したものの（約38km²、2007年）、2008年のロンドン市長選挙の公約を反映して拡大エリアが廃止されるなど（2011年）、その設定には地域住民の意見が反映されている。その他、課金時間帯も導入当初の平日の7時～18時30分から短縮されたほか（2007年）、課金額は導入当初の5ポンドから、8ポンド（2005年）、10ポンド（2011年）、11.5ポンド（2014年、現行）と引き上げられてきている。

なお、ロンドン交通局が2003年の導入から6年間にわたり実施した課金の効果に関するモニタリングによれば、課金エリア内への乗用車の流入量の減少、公共交通（バス）利用者の増大が観察されている（2005年の課金エリア内への乗用車の流入量：21%減（導入前比））。

4.2 シンガポールにおけるロードプライシング

(1) 概要

シンガポールにおけるロードプライシングは、1975年6月に導入された。現在の課金形態である電子的道路課金（Electronic Road Pricing：ERP）は、都市外から都市内に流入する自動車交通を課金対象とするコードン課金であり、課金ポイントであるガントリーを通過するたびに、車載機に挿入されたプリペイドカード、クレジットカードなどで支払いがなされる。なお、ガントリーは、中心業務地区およびそれを取り囲む環状道路、高速道路に77か所設置されている（図3）。

課金対象車両はガントリーを通過するすべての車両（路線バス、緊急車両を除く）である。課金時間帯は平日と土曜日の7時～20

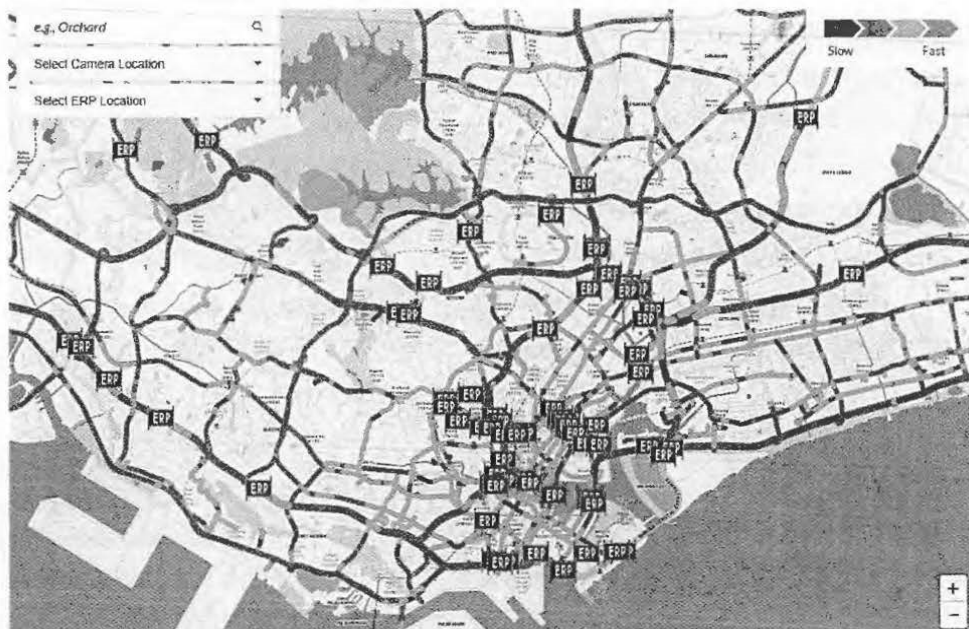
時であり（ガントリーごとに実際の課金時間帯が設定、公表されている）、日曜日と祝日は対象外であるほか、元日、太陰暦の元日、ラマダン明けの祝日、ヒンドゥー教の元日、クリスマスの各祝日の前日は7時～13時となっている。また、課金額は0.5ドルから5ドルで、各ガントリーを通過する車両の速度がおおむね時速20km～30km（一般道路の場合であり、高速道路と環状道路は時速45km～65kmである）になるように、3か月ごとに調整されている（下限値を下回った場合には課金額が引き上げられ、上限値を上回った場合には課金額が引き下げられる）。

なお、課金技術としては専用狭域通信方式（Dedicated Short Range Communications：DSRC）が用いられており、取り締まりのためにANPRも併用されている。車載器が未搭載または残高不足の場合、ガントリーのカメラにより撮影されたデータにもとづき、後日、自動車の所有者に反則金の請求がある。そして、2014年の課金収入は約1億5,200万シンガポールドル（約124億円）であり、一般財源となっている。

(2) 導入プロセス

シンガポールは、国土は狭くかつ人口密度は高い。ロードプライシング導入に先立つ1971年に、将来予測される交通量に見合っただけの道路を建設することは不可能との研究結果が示され、自動車の所有と公平な道路利用の実現のために、都心部の交通量の抑制が社会的な課題となっていた。そのような状況の下で、1975年6月から初期のロードプライシングである地区進入許可制度（Area Licensing Scheme：ALS）が導入された（エリア課金）。当初の課金エリアは6.1km²で

図3 シンガポールにおけるロードプライシングの課金エリア



注) ERP マーク：ガントリー設置箇所

出所) https://www.onemotoring.com.sg/content/onemotoring/home/driving/traffic_information/traffic-smart.html

あったが、1998年までに7.25 km²に拡大された。ALSでは、道路利用者は事前に入域のための許可証（ステッカー）をガントリー脇のブースやガソリンスタンド、郵便局などで購入し、フロントガラスに提示する必要があった。なお、許可証の確認は人力（課金エリア内外の境界道路上に約30か所設置されたガントリーに配置された係官の目視）であり、許可証がない場合にはナンバーが控えられ、後日、罰金が請求されるかたちであった。

また、課金対象時間帯はたびたび修正が加えられた。当初は、平日および土曜日の7時30分～9時30分であったが（日曜日は対象外）、課金対象時間帯の直後に交通量が著しく増加したため、7時30分～10時15分に拡大された。その後、1989年6月には平日の16時30分～19時が、1994年1月には、平

日の10時15分～16時30分と土曜日の10時15分～15時も課金対象時間帯に加えられた。課金対象車両も、導入当初は乗用車のみ（3人以上乗車の乗用車は対象外）であったが、すぐにタクシーが追加され、1989年には路線バスを除くほとんどの車両が課金対象とされた。また、課金額にも修正が加えられた。導入当初は3シンガポールドル（乗用車）であったが、1980年には5シンガポールドルに引き上げられた。なお、平日の夕方に加えられた1989年には3シンガポールドルに引き下げられ、1994年に加えられたオフピークの課金額は2シンガポールドルであった（ピークとオフピークの2種類の課金額）。

その後、シンガポール政府は、より公平な道路課金を目指して、1998年に上述したERPを導入した。これは、ALSの問題点

(許可証の確認方法が目視であったため費用がかかっていた、適正なチェックが困難になっていた、課金対象時間帯前後に混雑が生じていたなど)を解決するためであった。また、ERP導入後も、残高不足を自動的に検知しガントリー通過前に所定の金額を自動的に入金できる車載器を導入したり、導入当初に33か所であったガントリー数を77か所に増加したりしている。

なお、シンガポール政府の調査によれば、1975年のALS導入時、課金エリア内の交通量は44%減少した。その後、1988年までに車両登録台数が約1.5倍に増加したため、課金エリア内の交通量の減少幅は31%に縮小したものの、1989年の課金対象車両の拡大、1998年のERP導入によって再度減少した。なお、シンガポール政府は、現在、現行のERPに代えて、全島を課金エリアとする、GPSを用いた新たなロードプライシング(ERP 2.0)の導入を検討している。

4.3 まとめ

ロンドンとシンガポールのいずれにおいても、ロードプライシングは都市内道路の混雑対策として有効な手段となっている。しかしながら、検討開始から時間をおかず、すぐに現在の課金形態を実現したわけではない。ロンドンでは検討が始まった1960年代から約40年を経て実施に至っており、またシンガポールではロードプライシングの検討後、最初は導入がより容易な許可証(ステッカー)を用いたALSを導入したうえで、約20年後に現在のERPの導入に至っている。ロードプライシング導入における最大の障壁は、その必要性に対する道路利用者や地域住民の理解であり、ロンドン、シンガポールともに政

治的なリーダーシップのもとで、その理解を得る取り組みを行っている(ロンドンは詳細なシミュレーションで課金額を検討、シンガポールは目標速度を決め課金額を決定)。また、シンガポールでは、DSRCの実用化という課金技術の進歩を背景に、課金形態を当初のALSからERPに変更するなど、技術的な制約の解消に努めていることがわかる。

5 わが国における ロードプライシング導入に関する検討

都市内道路混雑対策としてロードプライシングは有効だが、わが国ではロードプライシングは導入されていない。ただ、これまでもロードプライシングの導入に向けた検討は行われてきた。たとえば、東京都では2000年にロードプライシング検討委員会が設置され、「渋滞緩和と大気環境の改善」を目的としたロードプライシングの導入について検討が重ねられた。翌年公表された報告書(東京都ロードプライシング検討委員会(2001))では、ロードプライシングの実施案の概要を示すほか(表)、改善効果の予測、実施による影響の予測、法的根拠、実施に当たっての考慮事項などについてまとめている。

東京都のロードプライシング検討委員会が設置された2000年は、1999年から13年続いた石原都政の第1期であり、政治的リーダーシップは少なからずあったものの、「渋滞緩和と大気環境の改善」という目的のうち大気環境については、並行して進めていた東京都独自の大型トラックに対する単体規制の強化が功を奏し大幅に改善され、ロードプライシング導入の機運はそがれた。

しかしながら、東京におけるロードプライ

表 東京都ロードプライシング検討委員会によるロードプライシング実施案

項目	内容
課金形態	コードン課金
課金エリア	自動車交通の集中密度が高い地域または自動車からのNOx排出密度が高い地域 ・案1 環状2号・隅田川区域（16平方キロメートル） ・案2 山手線・隅田川区域（72平方キロメートル） ・案3 環状6号・隅田川区域（118平方キロメートル） ・案4 環状7号・荒川区域（233平方キロメートル）
課金対象車種	すべての自動車（緊急車両、路線バス、障がい者が運転する車両、バイク、首都高速道路通過車両を除く）
課金額	小型車400円～600円、大型車800円～1,200円
課金時間帯	平日の7時～19時
課金技術	許可証（シンガポールのALSと同様）またはANPR（ロンドンと同様）
事業費を上回る課金収入の用途	ロードプライシング実施に伴う迂回交通や公共交通などの影響への対策、貨物車などの低公害化、パーク・アンド・ライドなどの他のTDM施策に活用（渋滞対策と環境対策に幅広く課金収入を活用することも検討）

出所) 東京都ロードプライシング検討委員会 (2001) にもとづき筆者作成

シング導入をめぐる環境は、今夏に開催される東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会（東京2020大会）によって大きく変化しつつある。東京2020大会の期間中は、選手や大会関係者、観客など多くの人が東京を訪れ、何も対策をしないと深刻な道路混雑が発生すると予想されている。大会組織委員会、東京都および国が推進する「2020 TDM推進プロジェクト」では、交通需要マネジメントによって交通量の抑制や分散、平準化を行い、円滑な大会輸送の実現と経済活動の維持との両立を目指しており、大会期間中の道路交通目標として、以下の3点を掲げている。

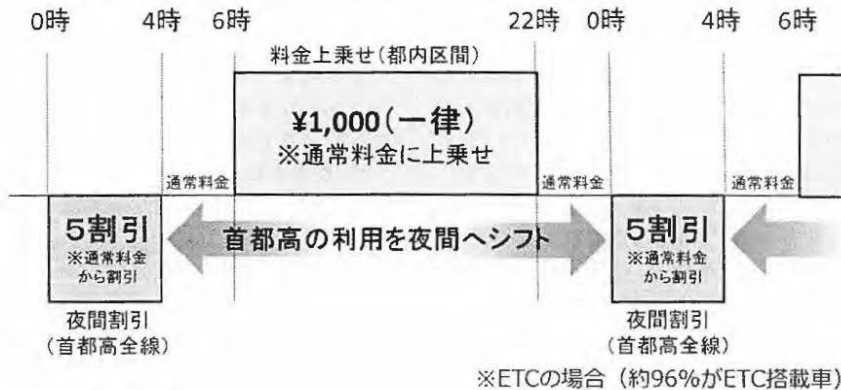
- (1) 東京圏（広域）の一般交通（大会関係者以外の交通）：交通量の10%減
- (2) 重点取組地区の一般交通：出入りする交通量の30%減

(3) 首都高速道路：交通量の最大30%減

そして、東京2020大会における取り組みの最大の特徴が、交通需要マネジメントのみならず、料金施策もあわせて実施することである。東京2020大会の輸送計画を担当する交通輸送技術検討会は、交通需要マネジメントの実施だけでは首都高速道路の流動性確保が十分でないこと、また、ナンバープレート規制やHOVレーンなどの対策は首都高速道路の構造上困難であることを指摘したうえで、既存のETCシステムを活用した料金施策の実施を適当と位置づけた。

導入予定の料金施策は夜間の料金割引と日中の料金上乘せである。具体的には、ETC搭載車両の場合、夜間（0時～4時）に首都高速道路全線で全車種を対象に料金を5割引することで日中からの交通シフトを促進し、また日中（6時～22時）に首都高速道路都内

図4 東京2020大会における料金施策の概要(ETC搭載車両)



出所) 東京都(2020)

区間で自家用乗用車等を対象に料金を1,000円上乗せすることで一般道路から首都高速道路への交通量の転換を抑制するというものであり(図4)、大会期間中(オリンピック:2020年7月20日~8月10日、パラリンピック:8月25日~9月6日)実施される。組織委員会等では、交通需要マネジメントとともに料金施策を行うことで、大会期間中も休日並みの輸送時間を実現できるとしている。

この料金施策は、大会期間中の首都高速道路に限ったものではあるものの、わが国における都市内道路混雑対策としてのロードプライシングとしては新たな取り組みであり、ロードプライシングに対する道路利用者や地域住民の関心を高め、理解を得る機会となるのではないだろうか。

6 おわりに

都市内道路混雑対策としてのロードプライシングは、諸外国において実際に効果をあげている。ただし、その導入プロセスを観察すると、ロードプライシングは検討開始から時間をおかずに導入できるものではなく、政治

的リーダーシップや、道路利用者や地域住民の理解を必要とする政策手段である。また、道路混雑状況の変化や課金技術の進展を踏まえつつ、課金エリアや課金時間帯、課金額、さらには課金形態について、常に修正を行うことが求められる。

わが国のETCはDSRCを課金技術として用いるものであり、技術的にはシンガポールにおけるERPと同様のロードプライシングを実現しうる環境にある。これまでわが国においてロードプライシングの導入事例はなかったが、今年(2019年)は東京都のロードプライシング検討委員会が設置されてから20年目にあたり、また今夏予定されている東京2020大会期間中の料金施策は、ロードプライシングについての道路利用者や地域住民の理解を得る機会となりうる。その意味で、今回の料金施策の成否は、今後わが国でロードプライシングを導入し、渋滞損失の低減を通じた道路の生産性向上を図っていくにあたり、大きな試金石になると考える。

参考文献

国土交通省(2016)「国土交通省生産性革命プロ

ジェクト」
東京都 (2020) 「東京 2020 大会輸送と企業活動との両立に向けて」
東京都ロードプライシング検討委員会 (2001) 「東京都ロードプライシング検討委員会報告書」
根本敏則 (2014) 「情報通信技術で蘇るロードプライシングの理論—シンガポールとアメリカの事例から」『経済セミナー』681号、pp.30-34
根本敏則・今西芳一編 (2017) 『道路課金と交通マネジメント』成山堂書店
野口直志 (2019) 「世界のロードプライシング—ロンドン、ストックホルム、ニューヨーク—」

(日本交通政策研究会東京モーターショー・シンポジウム 2019 「世界と日本のロードプライシング」資料)
早川祥史 (2019) 「混雑課金からスマートシティへ—シンガポールのERP—」(日本交通政策研究会東京モーターショー・シンポジウム 2019 「世界と日本のロードプライシング」資料)
山田浩之編 (2001) 『交通混雑の経済分析』勁草書房、pp.3-22
Walters, A.A. (1961), The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion, *Econometrica*, Vol 29, No 4