

混雑料金に関する一考察

On the Theory of Road Pricing

中野 宏

1. はじめに

道路利用への課金はいかにあるべきか。2000年代末、政権交代の機運に乗じて当時の野党民主党が高速道路の利用無料化をマニフェストに謳い、それに対抗した自由民主党・公明党連立政権が大都市圏を除く高速道路祝休日の料金一律1000円を断行したことは記憶に新しい。その後政権を奪取した民主党は、自公政権の一律1000円料金を引き継ぎつつ、公約の実現に向けて一部高速道路区間の無料化社会実験に着手した。結局、時を経ずして民主党政権は瓦解し、自公政権の安定多数化によって、もともと政争的な意味合いの強かった高速道路無料化論争は終結したが、一律1000円という料金設定が適正であったかどうかは別として、自公政権が完全な無料化に踏み切らなかったのは賢明と言うべきであった。公共財たる一般道路ならばともかく料金徴収が可能な高速道路を無料にすることは、それ自体「価格」の資源配分メカニズムを損ない過剰消費による経済厚生上の損失を生む。それどころか、道路が混雑し外部不経済を引き起こすときには、その発生を適正な水準まで抑えるために道路の利用にさらに混雑料金（road pricingあるいはcongestion tax）を課さなければならないことは伝統的な経済理論が教えるところである。

いま、道路への課金が再び注目を集めている。2020年東京オリンピック・パラリンピックでは、大会期間中、選手や大会関係者の輸送などで選手村や会場、空港などを頻りに車両が往来し、さらには、国内外から東京を目指して見物客や観光客が押し寄せ、そしてこれらの食料品や日用品などを輸送する貨物車両がそれに加わることになる。また東京大会がいわゆる「オリンピック・パーク」のない会場分散型の開催であることも交通渋滞に拍車をかける要素となる。東京都と東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会（以下略：大会組織委員会）は、特に首都高速道路を選手や大会関係者の輸送の基幹と位置付け、そのスムーズな輸送のため物流関係車両を除く一般車両を対象に、本来の通行料金に500円から3000円を上乗せして交通量を減らすことを検討中であるという。

本稿は混雑料金の施行に関する論点整理を行うとともに、中野（2010）で展開したゲーム理論を援用したモデルを用いて、道路混雑の理論的な基礎付けを試みる。

2. 混雑料金の交通量削減効果

混雑料金はシンガポール、ロンドン、ストックホルム、オスロー、ソウル等ですでに実績があり、我が国でもこれまでにしばしば導入が検討されてきた。東京においては2000年に都のロードプライシング検討委員会が設けられているが、周知の通りいまだ実施には至っていない。当時は課金システムの技術上・費用上の制約が大きかったこと、さらには利用者の理解を得ることが困難であると考えられていた。もともと無料である一般道路に課金することはもとより、首都高速道路においても新規路線の建設費用や維持費の負担増を理由に段階的に値上げが敢行されており、すでに十分高い（と言われていた）料金にさらに混雑解消を名目に課金されることの利用者の抵抗は大きいと考えられたのである。さらには、リーマン・ショック後の景気低迷や、ガソリン価格の高騰、若者のマイカー離れ、環境意識の高まり等によって自家用車から公共交通手段への転換が進み道路走行台数そのものの増加が緩和されたこと、首都高速道路などにおいては時間帯等による差別価格が導入されることによって交通量の分散が図られたこと、さらには車線の増設や新路線の開通など道路の容量そのものを増やしてきたことなどが功を奏して、混雑料金によって道路の利用車両を減らさずとも、渋滞を吸収することが可能となっていた。

しかしながら近年状況は大きく変化しつつある。一つは、第二次安倍内閣誕生とともに2012年末から始まったアベノミクス景気の拡張が戦後最長となることがほぼ確実となっており、それによって物流が活発化するの当然として、特にICT（情報通信技術）の発展による通信販売市場の急激な拡大が莫大な物流需要を引き起こしていること。今ひとつは訪日外国人の急増である。最近の京都や鎌倉など人気観光地の混雑渋滞ぶりは目に余るものがある。一方で、高速道路の料金支払いでETC（自動料金收受システム）が普及したことにより技術面の問題もある程度解決されようになった。国土交通省は2017年9月、ICTやAI（人工知能）など先端技術を活用して観光地の渋滞緩和を図る「観光交通イノベーション地域」として鎌倉市、京都市、軽井沢町、神戸市の4地域を選定したが、これを受けて鎌倉市長は2020年度にも混雑料金導入を目指す旨を表明している¹⁾。

混雑料金が交通量を減少させるメカニズムは以下のようにまとめられる²⁾。

- ① 交通手段の変更。自動車から鉄道へ、あるいは自家用車からバスへの転換、自家用車の相乗りの促進。
- ② 出発時間帯の変更。混雑料金が設定される時間帯を避けて早発あるいは遅発する。
- ③ 交通ルートの変更。混雑料金の課金地域あるいは課金道路を避けて別ルートを使用する。
- ④ 立地選択の変更。混雑料金が課金されずに済む地域へ居住地や職場を移す。

このうち④は長期的な効果であるので別としても、確実に交通量の減少につながるの、①の交通手段の変更である。もちろんバスの利用者の増加によりバスそのものの台数が増えることはあり得るが、その車両の大きさを考慮しても、それが自家用車の減少以上に全体の交通量に影響を与えるとは考えにくい。②の出発時間帯の変更は、極端に言えば全員が他の同じ時間帯へ移動すれば渋滞の時間帯が変わるだけであり、①に比せば確実性に乏しい。③の交通ルートの変更はおそらく混雑料金の賦課に対する最もあり得る反応であるが、代替ルートが少ない場合、代替ルートにおいてあらたな渋滞を引き起こす恐れがある。実際、東京都と大会組織委員会が首都高速道路に課金する旨を表明したときに広く懸念されたのは、一般道路にこれまで以上の激しい渋滞を引き起こす可能性であった。たとえ首都高速道路の渋滞緩和によって社会的余剰が増加したとしても、結果として、一般道路の渋滞によるその減少が大きくなるのであれば、政策として意味はない。その点からすれば、混雑料金は本質的に①の交通手段の変更が意図されるべきであると言える³⁾。

当初、東京都と大会組織委員会は、混雑料金ではなく、TDM（交通需要マネジメント）で渋滞緩和を図ることを目指していた。具体的には、企業や地域住民に、時差出勤や物流ルートの変更などの協力を要請することである。もとよりその効果は確実とは言えず、結局混雑料金へと舵を切ることになったわけであるが、それを強制的な道路利用の制限と見る論調は誤りである。大多数の人々は社会的利益ではなく専ら自己利益を追求して行動する。TDMが失敗するとすれば、それは社会全体としては有益であっても、個人や企業にとっての経済合理性はなかったからであり（それがまさに外部不経済によって市場が失敗する理由である）、混雑料金は市場参加者の合理的選択の結果として交通量を減少させる方策である。上で見たように、首都高速道路への混雑料金賦課が一般道路の渋滞を生じさせるのであれば、選手や大会関係者の便宜のために一般道路の利用者が不利益を被ることになるので、TDM構想が理念として掲げていた「安全・円滑かつ効率的で信頼性の高い輸送と都市活動の安定との両立」⁴⁾に反するとして批判があるが、混雑料金が市場の価格調整メカニズムを通じて最適な資源配分を実現しよとするものである以上、どのような形であれ所得分配の不公平は必然的に生じざるを得ない。それでも混雑料金が社会的余剰を最大にするものとして最も有効なものであるならば、これを否定する理由はなく、議論すべきは、混雑料金をなるべく上記①のメカニズムによる交通量の減少につなげるための方策であり、結果として所得分配の不公平が生じてしまうのであれば、それを是正し「都市活動の安定と両立」に近付けるためにどのような追加的な再分配政策が必要とされるかであろう。いずれにせよ、2019年秋を目途に最終案が提示される。決して誇張ではなく、東京大会の成否がかかるとされる施策であり、大いに注目される。

3. 混雑ゲームのモデル

以下では、ゲーム理論を用いて道路混雑の発生と混雑料金の考察を試みよう⁵⁾。

同じ目的地（たとえば職場）へ定刻（たとえば始業時間）までに着くことを意図する複数の個人を考える。単純化のため、すべての個人は同じ地域に住み、同じ性能の車を運転して、同じ道路を使用して目的地に向かう。したがって、同じ渋滞に巻き込まれた複数の個人の負担する費用は同じである。これらの個人には、

「早発」戦略：早い時刻に出発する

「遅発」戦略：遅い時刻に出発する

という二つの戦略があるものとする。「早発」する個人は定刻よりも早く到着することを意図し、「遅発」する個人は定刻ちょうどに到着することを意図して出発する。

(1) 二人ゲーム

まず、個人Aおよび個人Bという二人からなるゲームについて考察する。二人の個人が異なる戦略を選べば混雑は生じないが、同じ戦略を選べば混雑が生じる。渋滞もなく目的地に到達するときにかかる通常の移動費用のほかに、混雑が生じればあらたに費用が発生するものとして、以下のような三つの追加的費用を仮定する。

- ① 混雑によって個人が負担する渋滞費用を q で所与とする。
- ② 「早発」の場合、混雑が生じなければ定刻よりも早く到着するが、このとき個人が負担する早着費用を a で所与とする。混雑が生じれば到着時間が遅れ定刻に到着するので早着費用はゼロになる。
- ③ 「遅発」の場合、混雑が生じなければ定刻に到着するが、混雑が生じれば到着時間が遅れ遅刻する。このとき個人が負担する遅刻費用を b で所与とする。

ここで、渋滞費用とは、渋滞によって生じる追加的なガソリン費用や、何もできない車中での時間が増えることによって失う時間価値等である。早着費用とは、早く出発することで失う自宅での時間価値と自宅ほど自由でなくとも定刻まで何かしらは出来る目的地（職場）での時間価値との差額等である。遅刻費用とは、始業時間に遅刻することで失う賃金価値や社会的信用の喪失等が相当する。なお、以下の議論では、渋滞費用は十分に大きく、 $a < q$ 、 $b < q$ が成立しているものとする。

これらの追加的費用負担について行列表を作成すると表1のようになる。表の数値

表1 自由料金

		B	
		早発	遅発
A	早発	(q, q)	$(a, 0)$
	遅発	$(0, a)$	$(q+b, q+b)$

は左が個人Aの費用、右が個人Bの費用である。

ここで、個人A、個人Bが「早発」戦略を選ぶ確率をそれぞれ s ($0 \leq s \leq 1$)、 t ($0 \leq t \leq 1$)、「遅発」戦略を選ぶ確率をそれぞれ $1-s$ 、 $1-t$ とすると、個人A、個人Bの期待費用は、それぞれ、

$$EC_A = s[tq + (1-t)a] + (1-s)(1-t)(q+b)$$

$$EC_B = t[sq + (1-s)a] + (1-t)(1-s)(q+b)$$

と表されるので、相手の確率を所与として自らの期待費用を最も小さくする確率を選択する結果、

$$(s, t) = (1, 0), (0, 1), \left(\frac{q+b-a}{2q+b-a}, \frac{q+b-a}{2q+b-a} \right)$$

の三つのナッシュ均衡が自由料金均衡（混雑税を課さない均衡）として存在する。

このうち、最初の二つは純粋戦略ナッシュ均衡であり、両個人が「たまたま」互いに異なる戦略を100%の確率でとる結果混雑は生じないが、もちろんこれが必ず実現する保証はない。三つ目の混合戦略ナッシュ均衡は、各個人が確率 $\frac{q+b-a}{2q+b-a}$ でともに「早発」を選ぶか、あるいは確率 $1 - \frac{q+b-a}{2q+b-a} = \frac{q}{2q+b-a}$ でともに「遅発」を選ぶ結果、混雑が生じることになる。たとえば $q=4$ 、 $a=1$ 、 $b=3$ とすれば、各個人は0.6の確率で「早発」を選択し、0.4の確率で「遅発」を選択することになる。したがって、混雑は $0.6^2 + 0.4^2 = 0.52$ の確率で発生する。

この混合戦略ナッシュ均衡において、期待費用は両者ともに、

$$EC_A = EC_B = \frac{q(q+b)}{2q+b-a}$$

となるが、これは a より大きく⁶⁾、もし個人Aが s を0に近づけかつ個人Bが t を1に近づけるか、あるいはその逆が行われれば、両者ともに期待費用を減少させることが可能となる。このように混雑は、主観的な確率にもとづき合理的に行動する個人が引き起こす一種の「囚人のジレンマ (prisoners' dilemma)」であることが説明される。個人が期待費用を最小化しようとして合理的に行動する結果、社会では混雑が発生し総費用は最小化されない。

ここで問題となるのは、人々は毎日の出勤行動を「早発」か「遅発」かのいずれか一方に固定しているのか、それとも、先の数値例で言えば、結果として週5日の出勤のうち3日は早く2日は遅く家を出るというように、何かの根拠にもとづき、その都度「早発」するか「遅発」するかを決めているのかである。前者では、混雑を伴うナッシュ均衡としての自由料金均衡を説明することはできず、日々混雑が発生しているとすれば、それは常に人々が他人の行動に対する最適反応を修正する調整過程として繰り返されていることになる。後者であれば、混雑はナッシュ均衡として確率的に発生が安定化する。

表2 混雑料金

		B	
		早発	遅発
A	早発	$(2q+b-a, q)$	$(q+b, q)$
	遅発	$(0, a)$	$(q+b, 2q+b)$

混雑がナッシュ均衡として安定してしまう可能性がある場合に政府が行うべき政策は、個人Aには「早発」することに対して $q+b-a$ （以上）の混雑税を、個人Bには「遅発」することに対して q （以上）の混雑税を課すことである。この結果、費用行列表は表2のようになる。

このとき、個人A、個人Bの期待費用は、それぞれ、

$$\begin{aligned}
 EC_A &= s[t(2q+b-a) + (1-t)(q+b)] + (1-s)(1-t)(q+b) \\
 &= (1-t)(q+b) + t(2q+b-a)s \\
 EC_B &= t[sq + (1-s)a] + (1-t)[sq + (1-s)(2q+b)] \\
 &= 2q+b - s(q+b) - (1-s)(2q+b-a)t
 \end{aligned}$$

と表され、個人Aは個人Bの選択する確率 t ($0 \leq t \leq 1$) がどのような値でも、 $s=0$ すなわち「遅発」を選択することで期待費用を最小にできる。一方、個人Bは個人Aの選択する確率 s ($0 \leq s \leq 1$) がどのような値でも、 $t=1$ すなわち「早発」を選択することで期待費用を最小にできる。言うまでもなく、混雑税そのものは政府と個人間の所得移転に過ぎないから、表1に示された社会の費用合計に影響は与えない。こうして、混雑税を課税することにより、混雑を生じない社会的に最適なナッシュ均衡が支配戦略均衡として必ず実現することになる。もちろん、個人Aと個人Bへの課税は逆パターンにしてもよい。

(2) n人ゲーム

次に、 n 人の個人にゲームを拡張しよう。ここでは臼井(2008)で紹介されたモデルに若干の修正を加える。臼井モデルは、ボトルネックにもとづく混雑を前提としたものでないが、基本的な発想はVickrey(1969)やArnott, de Palme and Lindsey(1990)(1993)等によるVickrey-ADLモデルと同じである。

先の二人ゲームと同様、 n 人の個人の戦略は「早発」と「遅発」の二つである。 n 人のうち「早発」戦略をとる人数の割合を β 、「遅発」戦略をとる人数の割合を $1-\beta$ とする($0 \leq \beta \leq 1$)。するとある一人の個人のみが「早発」あるいは「遅発」選ぶときその個人だけは混雑を経験しないで済むが、それ以外は、「早発」を選んだ個人の間でも、「遅発」を選んだ個人の間でも、程度の差こそあれ必ず混雑が生じる。

Vickrey-ADLモデルでは、戦略の選択可能性を無限の範囲の出発時刻にしているため、個人の数がどれほど多かろうと個人の出発時刻の分布を前後に伸ばすことで、全く混雑の生じない状況、すなわち彼らのモデルでは毎時ボトルネックの容量に等しい個人数しか出発しないような戦略の組み合わせを示すことができた。が、臼井モデルでは出発時刻は二つに限定される、言い換えれば一定の出発時刻の範囲内で常にボトルネックの容量以上に個人が出発することが前提となっているので、先の二人ゲームに見られたような混雑が全く生じない戦略の組み合わせは存在しない。また、「早発」した個人がいかにも増えようとも、その渋滞に「遅発」する個人が巻き込まれることはなく、混雑は「早発」個人、「遅発」個人それぞれの集団で別個に生じるものとなる。

さて、「早発」する個人の割合 β が増加するほど（「遅発」する個人の割合 $1-\beta$ が減少するほど）、「早発」する個人による混雑は激しくなり、一方で「遅発」する個人による混雑は緩和される。このとき、先の二人ゲームで示された三つの費用について以下のような修正を行う。

- ① 混雑が最大となった場合の個人が負担する渋滞費用を q で所与とすれば、「早発」個人の負担する渋滞費用は βq 、「遅発」個人の負担する渋滞費用は $(1-\beta)q$ で表されるものとする。
- ② 「早発」する個人は混雑がなければ定刻よりも早く到着し所与の最大早着費用 a を負担するが、混雑が生じるとともに到着時刻が遅れ、負担する早着費用は減少する。それを $(1-\beta)a$ で表す。
- ③ 「遅発」する個人は混雑がなければ定刻に到着するが、混雑が生じるとともに到着時間が遅れ遅刻費用が増加する。遅刻費用の最大値を b で所与とし、それを $(1-\beta)b$ で表す。

以上より、「早発」する個人の渋滞および早着による追加的費用は、

$$C_E = \beta q + (1-\beta)a$$

となり、「遅発」する個人の渋滞および遅刻による追加的費用は、

$$C_L = (1-\beta)(q+b)$$

と表され、 C_E は β の増加関数、 C_L は β の減少関数となる。すなわち、 β が低下するにつれて、「早発」する個人は混雑が少なくなり早着費用は増加するが渋滞費用がそれ以上に減少するので費用は低下し、逆に「遅発」する個人は混雑が激しくなり渋滞費用も遅刻費用も増加するため費用は上昇する。

ナッシュ均衡条件は、他のすべての個人が戦略を変えない限り、自らが戦略を変えることによって費用を減少させることができない状態がすべての個人にとって成立していることであるので、すべての個人が対称的な本モデルの設定において自由料金均衡がナッシュ均衡として実現するとすれば、それはすべての個人にとって、

$$C_E = C_L$$

が成立するとき以外にはありえない。したがって、「早発」個人の割合として、

$$\begin{aligned} \beta q + (1-\beta)a &= (1-\beta)(q+b) \\ \therefore \beta &= \frac{q+b-a}{2q+b-a} \quad \dots\dots(i) \end{aligned}$$

を得る。

この場合、「早発」する人数と「遅発」する人数のどちらが多くなるかは、早着費用 a と遅刻費用 b の大小関係に依存する。一般に $a < b$ と考えられるなら、(i)式より $\beta > \frac{1}{2}$ となり、「早発」人数のほうが多くなる。

この自由料金ナッシュ均衡における「早発」個人の割合 β は、社会的に最適な出発分布ではない。「早発」する個人数は βn 人、「遅発」する個人数は $(1-\beta)n$ 人であるから、 n 人の個人の費用合計 C は、

$$\begin{aligned} C &= \beta n C_E + (1-\beta)n C_L \\ &= \beta n [\beta q + (1-\beta)a] + (1-\beta)n [(1-\beta)(q+b)] \end{aligned}$$

となる。したがって、これを最小にする一階の条件 $\frac{dC}{d\beta} = 0$ より、

$$\beta = \frac{q+b-(a/2)}{2q+b-a} \quad \dots\dots(ii)$$

を得る。(i)式との比較で明らかのように、これは自由料金均衡における β の値よりも大きい。このように、 n 人ゲームでは、自由料金均衡として、社会的に最適ではない混雑を伴うナッシュ均衡の存在が確認される。

このとき最適な出発分布の実現のために政府が行うべき課税は次のようになる。(i)(ii)式から明らかとおり、自由料金ナッシュ均衡においては「遅発」に出発分布が偏りすぎているので、「遅発」する個人に対して混雑税 τ を課すことによって、最適な出発分布 $\beta = \frac{q+b-(a/2)}{2q+b-a}$ のもとで、ナッシュ均衡条件、

$$C_E = C_L + \tau$$

が成立するようにすればよい。これを解くと、混雑税が、

$$\tau = \frac{a}{2}$$

と求められる。本モデルの場合、混雑税の賦課対象は、自由料金均衡において「早発」人数が多かったか「遅発」人数が多かったかという状況とは関係なく、常に「遅発」者になる。これは本モデルの設定における早着費用と遅刻費用の性質の違いによるものであり、一般的には、費用関数の設定によって「早発」者に対する課税になることもありうる⁷⁾。

4. おわりに

2019年2月、東京都と大会組織委員会は交通輸送技術検討会を開催し、首都高速道

路への混雑料金の他にも、車両ナンバープレート番号による通行規制や、二人以上の相乗り車を優遇する専用レーンの設置などを検討案として示した。先に見たように、首都高速道路への混雑料金の賦課は、他の交通手段への転換を促す方を合わせて行わない限り、ほぼ確実に一般道路の渋滞を激しくすることで、社会全体として経済厚生を招く。そうなれば、首都高速道路だけではなく一般道路の交通量をも最適水準まで削減するしかないが、鎌倉市のように市内部へ侵入するルートがほぼ数本に絞られるような地形であればともかく、東京都心部への一般道路を使用しての侵入に混雑料金を課すことは技術的に困難であろう。現時点では、筆者は直接的な数量規制しか方策はないように思っている。残念ながら数量規制は混雑料金とは異なり、最適資源配分を実現できるものではない。たとえ混雑料金による交通量の削減と全く同じ量を規制できたとしても、価格にもとづき個々が最適な選択をした結果である混雑料金に比べ、強制的な数量規制はその分余分なコストを生じさせてしまうことになる⁸⁾。それでも社会的余剰の最大化に最も近づける方策ではないだろうか。もう一つ提案されている二人以上の相乗り車専用レーンの設置は、一般道路へのルート転換を防ぐ諸案の一つとして評価できるが、その効果は限定的であるとともに、通常は二車線であっても分岐や合流部分では結局一車線に絞られてしまう首都高速道路においてそれを実現することはやはり困難であろう。首都高速道路の利用には混雑料金を課し、車両ナンバープレート番号によってその日に使用できる車台数を制限するというところに落ち着くのではないだろうか。もしかしたら、日進月歩のICTやAIが筆者などには想像も及ばない容易な方法で一般道路への課金をも可能とってしまうかも知れないけれど。

<参考文献>

- Arnott, R., A.de Palme and R. Lindsey (1990) 'Economics of a bottleneck,' *Journal of Urban Economics*, 27, pp.111-130.
- Arnott, R., A.de Palme and R. Lindsey (1993) 'A structural model of peak-period congestion: A traffic bottleneck with elastic demand,' *American Economic Review*, 83(1), pp.161-179.
- Vickrey, W. S. (1969) 'Congestion theory and transport investment,' *American Economic Review*, 59, pp.676-697.
- 鎌倉市 (2016) 「(仮称) 鎌倉ロードプライシングに関する検討状況」、鎌倉市まちづくり景観部交通計画課。
- 田邊勝巳 (2017) 『交通経済のエッセンス』、有斐閣。
- 東京都・東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会 (2018) 「TDM推進に向けた基本方針 (案)」。
- 中野宏 (2010) 「道路混雑のゲーム理論的考察」、研究年報第4号、大原大学院大学、pp. 77-86。
- 白井功 (2008) 「ゲーム理論的アプローチ」、道路経済研究所編『道路交通混雑への動学的／ゲーム理論的アプローチ』道経研シリーズA-143、道路経済研究所、

- 1) 鎌倉市では、その地形的特徴や文化遺産が多いことなどから、道路の拡充や新設、駐車場の設置などといった方策をとることができず慢性的な交通渋滞に悩まされてきたため、混雑料金導入が早くから具体的に検討されてきた。まちづくり景観部交通計画課が2016年にまとめた検討案によれば、鎌倉地域につながる道路9カ所に課金ゲートを設置し、すべての土日祝日等年間120日程度、8時から16時までを基本として実施し、鎌倉地域に流入するすべての自動車と二輪車に1回毎課金する。ETCの活用と事前登録により、市民と外部流入者との課金差別化も可能であるという。鎌倉市（2016）。
- 2) 田邊勝巳（2017）p. 177。
- 3) このように混雑料金は結果として交通手段、交通時間、交通ルートを特定のものに偏らせず分散して均す効果があるため、電力料金などに見られるピーク・ロード価格付け（**peak load pricing**）と似た面があるが、前者は外部不経済による市場の失敗を是正するための方策であり、後者は貯蔵が不可能で供給容量に限度があるという特殊な生産物市場において効率的な資源配分を実現するための方策である。
- 4) 東京都・東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会（2018）p. 1。
- 5) 以下は中野（2010）で展開したモデルを再編成したものである。
- 6) 混合戦略ナッシュ均衡は、どの純粹戦略をとろうと期待利得（ここでは期待費用）が同じになるときに成立することが知られている。たとえば個人Aが「早発」戦略をとるときの期待費用は $tq + (1-t)a$ であるが、「遅発」戦略をとる場合の期待費用もこれと等しくなるから、このとき、確率 s および $1-s$ によるその加重平均として、結局、 $EC_A = tq + (1-t)a$ となる。したがって、 $q \geq EC_A \geq a$ が成立する。
- 7) 混雑の結果、早着費用は渋滞費用が増加する代わりに減少するのに対し、遅刻費用は渋滞費用の増加とともに増加する。本モデルでは、出発する個人数が増えることの限界渋滞費用は「早発」者も「遅発」者も変わらないから、個人が戦略を変えることで社会全体で変動する費用は早着費用と遅刻費用だけとなるが、設定により、早着費用と遅刻費用は同じ方向に動く。
- 8) 市場の総余剰は需給量の水準に依存して決定するので、価格規制であろうが数量規制であろうが需給量と同じであれば効果は同じとされるが、それは市場に参加する消費者や生産者がすべて同質であることを仮定すればの話である。混雑料金の場合、個々の道路利用者がどのような効用関数あるいは費用関数を持っていようと価格と限界評価あるいは限界費用は均等化しているため総余剰は最大化されるが、数量規制で均等に数量割当てを行う場合、道路利用者の効用関数あるいは費用関数が個々に異なれば、すべての道路利用者が上の条件を満たすとは限らなくなる。

（なかの ひろし・大原大学院大学 会計研究科教授）