

## 渋滞発生下におけるリンクコスト関数の形状に関する考察

東京大学大学院 学生会員 円山琢也

東京大学工学部 正会員 室町泰徳

東京大学大学院 正会員 原田 昇

東京大学大学院 フェロー 太田勝敏

### 1. はじめに

都市圏レベルの道路網における交通状況をモデルリングするにあたっては、計算効率、妥当性、実務上の実績度などの観点で見て、静的交通均衡配分モデルが有用であろう。

しかし、静的配分モデルに用いられるリンクコスト関数は、交通流理論から導かれる関係式と異なるものであり、その有効性に、少なからぬ疑念を抱かせる。特に、渋滞が発生している都市圏に静的配分モデルを適用することには大きな疑問点が残される。

### 2. 一般のリンクコスト関数と現実に観測される関係

通常、静的配分モデルに利用されるリンクコスト関数は、容量を超えた交通量に対しても定義され、連続で微分可能な図1のような狭義単調増加関数が想定される。一方、現実の道路上で観測される交通量-所要時間関係は、交通流理論で周知の図2のような2値関数となる。一般のリンクコスト関数の形状と現実に観測される関係の形状は異なるものである。

この理由として、一般的な配分モデルである利用者均衡モデルの等価最適化問題が一意的解を持つための必要条件から単調増加関数でなければならないという説明が数多くなされる。つまり、計算上の理由でこの形状が採択されているという説明である。

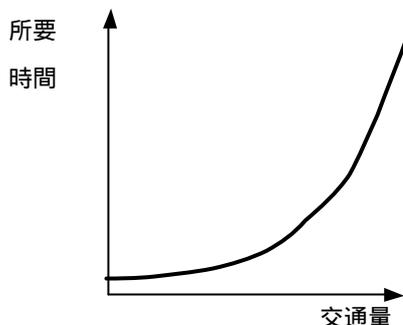


図-1 一般のリンクコスト関数形

また、交通流理論から導かれる図-2の関係は、瞬時の関係を表現するものであり、日単位もしくは1時間単位といった長時間にわたる交通量と平均所要時間の関係とは、別の性質のものとみなすべきであるとの説明もされる。

特に、渋滞現象は、図2の上部の反転部分に対応するため、その反転部分がない図1のようなリンクコスト関数を用いたモデルでは、渋滞を表現できないとされてきた。それでは図1のリンクコスト関数を用いたモデルを、渋滞が発生している都市圏に適用することは全く無意味なのであろうか。

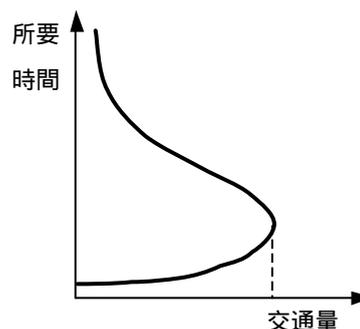


図-2 観測される関係

### 3. 混雑料金理論における費用関数

混雑料金理論における反転問題に関連する研究成果から、この議論に関する知見を得ることができる。反転問題とは、単一リンクを対象として図-3のような概念図上で議論される混雑税理論において、渋滞が発生している場合、平均変動費用曲線  $AVC$  が反転し、その反転領域に対応する社会的限界費用曲線  $SMC$  の扱いが不明確になることに関連するものである。ここで、リンクコスト関数と費用関数は、本質的に同等なものともなせる。

文(1993)<sup>1)</sup>は、リンクへの流入交通量とトリップ単位の旅行費用との関係を分析し、それが渋滞が発生して

キーワード: 交通ネットワーク配分, リンクコスト関数

連絡先: 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, Tel.03-5841-6234, Fax03-5841-8527

いる場合でも反転しないことを示している。また、Hills(1993)<sup>2)</sup>も、交通量単位の測定法からトリップ単位の測定法への転換により反転問題が解決することを主張している。すなわち、トリップ単位で考えた場合、費用曲線またはリンクコスト関数は、反転することはない。

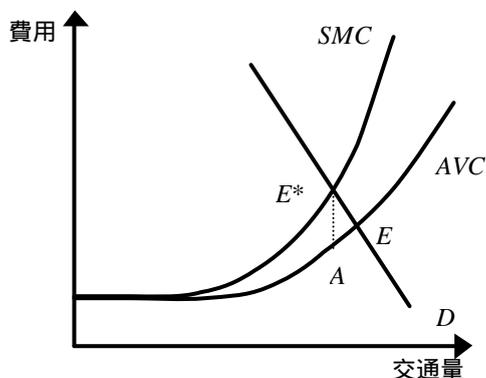


図-3 混雑料金理論

#### 4. 単調増加なリンクコスト関数

配分モデルに利用されるリンクコスト関数の入力変数は、OD表であり、これはトリップに他ならない。古くは、Irwin and Cube(1962)<sup>3)</sup>は、リンクコスト関数の独立変数、つまり図1の横軸の変数は、実現した交通量ではなく、需要交通量すなわちトリップであると指摘している。

よって、2.で述べたような計算上の理由・時間帯の区分の理由からではなく、リンクコスト関数は、そもそも単調増加な形状を取るものである。したがって、図-1のような形状のリンクコスト関数を用いていること自体を理由に、渋滞が発生している都市への分析結果を疑問視するのは誤りといえよう。

藤田ら<sup>4)</sup>、赤松ら<sup>5)</sup>によって提案されている時間帯別配分モデルで渋滞表現を試みる手法は、静的配分モデルにおいて、前時間帯の残留交通量を考慮したものである。そのモデルにおけるリンクコスト関数は、図-4

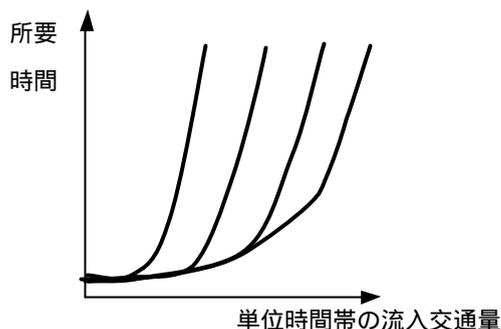


図-4 渋滞考慮型リンクコスト関数の概形

のような概形になる。これは、渋滞が発生している場合のリンクコスト関数の具体形を示したものと見える。渋滞が発生している場合でも、リンクコスト関数は単調増加になり、その曲線群が前時間帯の状況により変化するという形状になる。なお、文<sup>1)</sup>の考察においても同様に複数の費用曲線が描かれている。

#### 5. リンクコスト関数の推定の困難性

リンクコスト関数のパラメータを道路交通センサスなどの観測データから推定しようとする試みが数多くなされている。しかし、東京都市圏のように渋滞が発生している都市圏では、その推定は困難である。この理由を考えてみると、次の2点が指摘できる。

- ・ リンクコスト関数の入力変数は、需要交通量であり、渋滞が発生している場合、その観測が難しい。
- ・ 渋滞が発生している場合、リンクコスト関数は、複数の曲線群となり、一曲線を想定した一意のパラメータを求めることは困難である。

#### 6. おわりに

渋滞現象とは、リンクに待ち行列が発生し流入交通量と流出交通量が異なる状況であり、もはや静的な定常状態ではありえない。したがって、渋滞が発生下の都市に静的配分を適用することは本質的に問題があることに変わりはない。渋滞を的確に取り扱うには、時間軸の導入が不可欠である。

しかしながら、渋滞が発生している場合においても、リンクコスト関数が単調増加であるという本稿の考察による知見は、実務上有益なものといえよう。

#### 参考文献

- 1) 文世一：超混雑の経済学的分析に関する一考察，高速道路と自動車，第36巻，第9号，pp. 16-22, 1993.
- 2) Hills, P.: Road congestion pricing: When is it a good policy? A comment, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 27, pp. 91-99, 1993.
- 3) Irwin, N. A., von Cube, H. G.: Capacity restraint in multi-travel mode assignment programs, *Highway Research Board Bulletin* 347, pp. 258-289, 1962.
- 4) 藤田素弘, 山本幸司, 松井寛: 渋滞を考慮した時間帯別交通量配分モデルの開発, 土木学会論文集, No.407/ IV-11, pp.129-138, 1989.
- 5) 赤松隆, 牧野幸雄, 高橋栄行: 時間帯別 OD 需要とリンクでの渋滞を内生化した準動的な交通配分, 土木計画学研究・論文集, No.15, pp. 535-545, 1998.