

均衡配分適用における課題と対応
～リンクパフォーマンス関数に関わる課題を中心に～
Subjects on the Application of User Equilibrium Assignment Model
mainly concerning its Link Performance Function*

高橋勝美**・毛利雄一***・井上紳一****

By Katsumi TAKAHASHI **・Yuichi MOHRI ***・Shin-ichi INOUE****

1. はじめに

利用者均衡配分（以下、UEと記す）の実施手順は、配分計算に用いるデータ（インプット）を整備、設定、それを用いた配分計算の実行、配分計算結果を用いた各種指標値（アウトプット）の算出、の3つの段階に分けられる（図1参照）。このように、UEの実施手順は、これまでわが国の実務において一般的に用いられてきた容量制約付分割配分法(Incremental Assignment。以下、IAと記す。)と同様であるが、IAとUEでは、作業の内容についていくつかの異なる点がある。それに関連して、UEを実務に適用する上で留意すべき点がいくつかある。

本論ではそれらを列挙し、それらに対する対応について簡単に触れる。次に、それらの中で実務上特に重要と考えられるリンクパフォーマンス関数を取り上げ、道路交通需要予測マニュアル(案)¹⁾（以下、マニュアルと記す）における対応の考え方や具体的方法、マニュアルの残された課題について述べる。

2. 均衡配分の実務適用上の留意点

(1) リンクパフォーマンス関数について

UEでは、IAにおけるQV条件に相当するリンクパフォーマンス関数を設定する必要がある。これに関しては、3で詳述する。

*キーワード：配分交通，利用者均衡配分

**正員，修(工)，(財)計量計画研究所交通政策研究室
(東京都新宿区市谷本村町2-9，TEL:03-3268-9911，
E-mail:ktakahashi@ibs.or.jp)

***正員，工博，(財)計量計画研究所社会システム系

****正員，修(工)，(財)計量計画研究所経済社会研究室

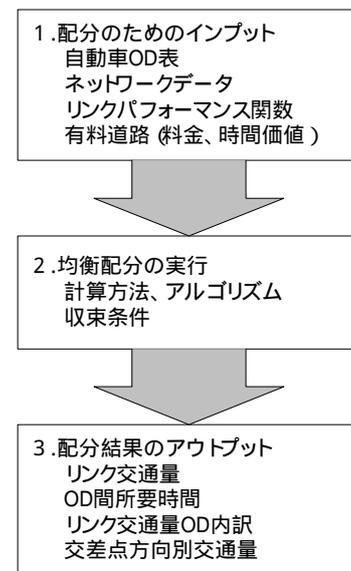


図1 利用者均衡配分の実施手順

(2) 計算方法・アルゴリズムについて

(a) 車種別配分モデルの検討の必要性

現在の実務では、IAと同様にUEにおいても全車種一括の配分が基本となっているが、実際には料金が車種別であること、時間価値も車種(目的)によって異なると想定されること、今後車種別の料金施策の検討が必要になると想定されること、等の理由から車種別配分モデルの検討が必要である。

(b) 転換率式を組み込んだUEの検討の必要性

これについては、3で触れる。

(c) 収束が早いアルゴリズムの適用

UEの数理最適化問題を解く代表的なアルゴリズムとして、Frank-Wolf法が挙げられる。この方法は、計算がシンプルで、必要とする記憶容量も少ない。しかし、計算の収束がやや遅いため、収束条件の設定がリンク交通量の変動に及ぼす影響が無視できない場合が出てくることが想定される。UEのアルゴリズムは、様々な方法が提案されており²⁾、実際の適用において適宜選択することが望まれる。

(3) UEのアウトプットについて

マニュアルで中心的に取り扱っているUEは、IAと同様に確定的な配分方法である。そのため、理論上は、リンク交通量やOD間旅行時間等については一意性が保証される。一方、実務でよく用いられてきた経路交通量に関連する指標、例えば、経路交通量や、リンク交通量のOD内訳、交差点方向別交通量等は、理論上、解の一意がないため、解が複数存在し得る。しかし、解が複数存在し得るこれらの指標でも、複数の解の内の或る1つの解を算出することは可能である。これらの点は、IAも同じであり、実務でIAの結果から算出してきた指標は、UEにおいても計算可能であることを強調したい。具体的な計算方法は、文献¹⁾で示される予定である。

尚、確率的利用者均衡配分モデルを用いれば、経路交通量を一意に推計することが可能であるが、パラメータの設定方法など、いくつかの課題が残されており、理論的かつ実証的な検討が必要となっている¹⁾。

3. リンクパフォーマンス関数の考え方と課題

(1) パラメータの設定

今までのところ、わが国の実務では一日のOD交通量を配分するのが一般的であるため、日単位のリンクパフォーマンス関数と日交通容量を定義する必要がある。UEに用いるリンクパフォーマンス関数は、BPR関数とDavidson関数の単調な増加関数が知られている。マニュアルでは、UEの計算に通常用いるアルゴリズムをそのまま用いることが可能なBPR関数の使用を前提としている。

BPR関数では、リンク a の日交通量が x_a の時の旅行時間 t_a が次の通りとなる。

$$t_a(x_a) = t_{a0} \cdot \left\{ 1 + a \cdot \left(\frac{x_a}{g_a \cdot C_a} \right)^b \right\}$$

ここに、

t_{a0} : リンク a の自由旅行時間(分)

C_a : リンク a の時間交通容量(台/時)

g_a : 日換算係数

a 、 b : パラメータ

である。配分計算に先立って、 t_{a0} 、 C_a 、 g_a 、

a 、 b を設定する必要がある。

また、対象とする道路ネットワークに、有料道路が含まれている場合には、料金の有無が配分結果に反映されるようにする必要がある。

(2) マニュアルにおける取り扱い

マニュアルでは、わが国で適用する「標準パラメータ」を設定している。

(a) t_{a0} の設定の考え方

t_{a0} は基本的にはリンクのハード面の特性(信号交差点や中央分離帯、車線数など)や交通規制(指定最高速度など)によって決定される変数である。しかし、交通規制の影響を直接加味することは難しいため、基本的には道路の線形や幅員と関連づけて設定されている設計速度の逆数を用いる。

また、旅行時間の現況再現性を確保する必要があり、実際の旅行時間データを入手できる場合に、地域特性パラメータ()を用いて t_{a0} を補正することも考えられる。の設定は、マニュアルを参照されたい。このような方法を採用する理由は、 t_{a0} に用いる設計速度自体が対象地域の実際のリンク特性を十分には反映されているとは言えないこと、現在のところ t_{a0} を合理的に設定する方法が無いこと、の2点である。但し、実際の旅行時間データとして、道路交通センサス起終点交通量調査やパーソントリップ調査の平均値を用いることが想定されるが、これらのデータは一日中の様々な時間帯の自動車利用者の回答値であり、その使用にあたっては慎重な吟味が必要である。

(b) C_a の設定の考え方

交通量配分において必要なのは、各リンクのハード面の特性を反映したリンクパフォーマンスであり、その意味から、道路種級別に可能交通容量(台/時)³⁾を用いることが適切である。

(c) g_a の設定の考え方

g_a は沿道状況や道路の使われ方に影響されるという特性に基づき、道路交通センサス一般交通量調査データを用いて、溝上らの方法か、道路交通量のピーク率の逆数を用いる方法のいずれかによって設定する。

(d) a 、 b の設定の考え方

a 、 b と次の通り設定している。

$a = 0.48$ (全道路種別共通)

$b = 2.82$ (全道路種別共通)

マニュアルの検討では、松井ら⁴⁾と同様の方法と平成6年道路交通センサスデータを用いてパラメータ推定を試みたが、わが国の既往パラメータとの比較やBPR関数のパラメータの性質¹⁾に照らして検討したところ、妥当な結果を得ることはできなかった。一方、松井ら⁴⁾と同様の方法と機械計測による均質なデータが揃っている首都高速道路公団車両感知器データを用いてパラメータ推定を試みたところ、松井ら⁴⁾とほぼ同様の結果が得られ、かつBPR関数のパラメータの性質に照らして概ね妥当な結果が得られた。また、わが国の既往パラメータを見ると、道路種別や車線数であまり大きな違いが見られないことと、道路種別や車線数の違いによる a や b についての相対的な大小関係の説明が難しい結果となっている。これらの検討経緯に基づき、現在のところ、道路種別や車線数によって a と b に差異を設定することは困難であると判断し、標準的に使用する暫定のパラメータとして前の通り設定している。

尚、マニュアルでは、「パラメータ推定に適したデータが入手でき、かつ適切な推定方法が開発された場合に、適宜、パラメータを更新することが考えられる。」「 a と b は適切な推定方法と適切なデータを用いて独自に設定しても良いが、その場合には使用した推定方法とデータを明示されたい。」の2点を追記している。

(e) 有料道路の設定

全車種共通の料金体系を設定した上で料金を時間価値で走行時間に換算して、リンク所要時間に上乗せして配分する方法を適用する。従って配分する際に用いるBPR関数は、リンク a の通行料金 f_a と、対象地域の全車種共通の時間評価値 w を用いて次の通りとなる。

$$t_a(q_a) = t_{a0} \left\{ 1 + a \left(\frac{q_a}{C_a} \right)^b \right\} + \frac{f_a}{w}$$

(3) マニュアルの実務適用上の問題、課題

マニュアルの標準パラメータを実務に適用する上で、次の問題、課題がある。

(a) a 、 b の差異について

道路種別や車線数で a と b に差異を設けない理由は前に述べたとおりであるが、 a と b を全道路共通とすることは、必ずしも適切とは言えない。特に、 a は、交通量が交通容量に達した時に旅行時間が自由旅行時間の $(1+a)$ 倍になることを意味しており、リンクのサービス水準を規定するパラメータである。直感的には、 a が道路種別や車線数によって異なると考えるのが自然であろう。場合によっては、本州と北海道の違いなど、地域によって異なるとも考えられよう。

現在はパラメータ推定に適したデータが少ないこともあって a と b の検討例が多くないため、このような疑問に対して答えられる状況とは言えない。今後は実務においてパラメータ推定に適したデータを収集し、 a と b の検討例を蓄積しつつ、マニュアルと実務にフィードバックしていくことが重要である。

(b) 転換率式を用いている場合について

マニュアルにおける有料道路の取り扱い方法は、(2)(e)有料道路の設定に示した通りであり、料金の時間換算値を加えたBPR関数を用いることになる。しかし、これまで有料道路を含む道路ネットワークに転換率式を用いている場合には、地域別やトリップ距離帯別などの有料道路利用特性を十分に反映させることが難しい場面が想定される。

転換率式を内生化したUEについては、近年、研究が進んでおり⁵⁾⁶⁾、それらの知見を踏まえて実務でUEの適用を進めることも必要となっている。

4. おわりに

道路整備計画の重要な基礎的情報を提供する道路交通需要予測方法について、これまでも増して客観性、論理性が求められるようになってきている。

配分交通量予測に関しては、道路交通量はもとより、道路投資に伴う利用者便益をより客観性、論理性のある手法で予測することが必要となってきた。また、多様な政策評価に対応した評価手法の適

用が求められるようになってきている。UE は、そのような実務上のニーズに対応可能なモデルである。

UE に関しては、本論で述べた通り、計算方法や条件設定が確立されている部分もあり、実務上のニーズに応じて適用を進めていく必要があるが、一方でいくつかの課題や留意点があるため、対象地域の状況に応じて適宜、検討を行い、経験を蓄積しつつ、改善していくことも重要である。

参考文献

- 1)土木学会・交通量予測に関する研究会編：道路交通需要予測マニュアル（案），2002発刊予定．
- 2)土木学会・土木計画学研究委員会編：交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解法 - ，1998．
- 3)日本道路協会編：道路の交通容量，pp.21-35，1984．
- 4) 松井寛, 山田周治：道路交通センサスデータに基づくBPR関数の設定, 交通工学, Vol.33, No.16, pp.9-16, 1998.
- 5)松井, 藤田：高速道路を含む都市圏道路網における利用者均衡配分モデルの実用化に関する研究, 土木学会論文集, No.653 / -48, pp.85-94, 2000.
- 6)松井, 藤田：大都市圏道路網を対象とした拡張型利用者均衡配分モデルの開発とその実用化, 土木計画学研究・講演集, No.22(2), pp.1-14, 1999.