

愛媛大学 学生員 ○林竜太郎

愛媛大学 正会員 朝倉康夫

愛媛大学 フェロー 柏谷増男

1.はじめに

本研究では、需要固定型均衡配分を実ネットワークに適用する方法と、車種別の時間価値パラメータを変化させたときの高速道路の利用状況について分析することを目的とする。

2.異なる時間価値を持つ複数グループが混在する利用者均衡問題

異なる時間価値を持つ複数グループが混在する利用者均衡問題は、以下のように定式化される。第一項は、Wardrop の利用者均衡の定義を等価な数理最適化問題に置き換えた通常の需要固定型利用者均衡モデルの目的関数である。第二項はリンクの料金項である。制約条件は、グループ別のフローの実行可能性条件である。

$$\min. Z = \sum_{ij \in A} \left[\int_0^{x_{ij}} t_{ij}(\omega) d\omega + \sum_{g \in G} (P_{ij} / v_g) x_{ij,g} \right] \quad (1)$$

subject to

$$\sum_{k \in K_{rs}} f_k^{rs,g} = q_{rs,g} \quad (2)$$

$$f_k^{rs,g} \geq 0 \quad (3)$$

$$x_{ij,g} = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs}} \delta_{ij,k}^{rs,g} f_k^{rs,g} \quad (4)$$

ここで、

 v_g : グループ g の時間価値 P_{ij} : リンク ij の料金 $t_{ij}(x_{ij})$: リンク ij の旅行時間 x_{ij} : リンク ij のフロー (トータル) $x_{ij,g}$: リンク ij のフロー (グループ g) $q_{rs,g}$: OD ペア rs 間のフロー (グループ g) $f_k^{rs,g}$: OD パスフロー (グループ g) $\delta_{ij,k}^{rs,g}$: パスリンク・インシデンス行列の要素

3.実ネットワークへの適用

2 で述べた均衡モデルをそのまま実ネットワークへ

適用することは出来ない。理由として実ネットワークには、①有料リンクが存在する。②異なる時間価値を持つドライバーが存在する。③異なる運行目的を持つドライバーが存在する。①、②はリンクコスト関数のパラメータ調整問題に帰着される。

リンクコスト関数である BPR 関数にはパラメータ (α, β) が含まれる。

$$T_a = T0_a \{1.0 + \alpha(x_a / CAP_a)^\beta\} \quad (5)$$

ここで、

 T_a : リンクコスト $T0_a$: 自由走行時間 CAP_a : リンク容量 α, β : パラメータ

有料リンクの料金は時間価値を用いて時間に換算される。

【完全距離比例制】

$$TH_a = T_a + \frac{DIST \times FE}{v} \quad (6)$$

【均一料金制】

$$TH_a = T_a + \frac{TC_a}{v} \quad (7)$$

ここで、 TH_a : 有料リンクコスト T_a : BPR 関数から求められるリンクコスト v : 時間価値 $DIST_a$: リンク距離 FE : リンク距離 1km あたりの料金 TC_a : リンクに支払う料金

料金体系が完全距離比例制、または、均一料金制のいずれか、もしくは、両者の組み合わせの場合には、式(6),(7)のように料金をリンクコストに反映させられる。

4.適用計算例

(1)BPR 関数のパラメータ (α, β) を変化させたとき

四国ネットワークを対象に、リンクコスト関数のパラメータ $(\alpha=1, \beta=3)$ の妥当性について再確認する。

表.1 交通量の残差自乗和

順番	α	β	(単位: $\times 10^6$ (台 ²))
			残差自乗和
1	1.0	3	9438
2	1.5	3	9704
3	1.0	5	9925
4	0.5	5	10044
5	0.5	3	10257
6	1.5	1	10957
7	1.0	1	11040
8	0.1	5	12463
9	0.5	1	12555
10	0.1	3	15385
11	0.1	1	20223
12	1.5	5	28790

残差自乗和をみると $\alpha=1, \beta=3$ のときが最も値が低いので、妥当性があるといえる。このときの観測値と推定値の相関図を以下に示す。

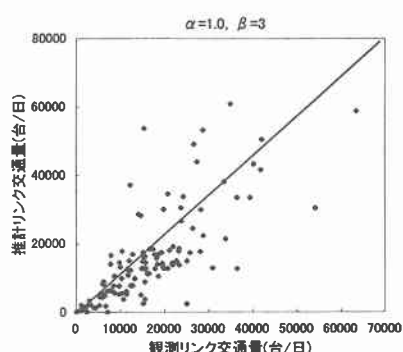


図.1 交通量の相関図

分布に関しては、 $y = x$ (y : 推定値, x : 観測値) の周りにばらつきがある。

(2) 時間価値の変化による高速道路利用の変化

四国ネットワークを対象にドライバーの時間価値を変化させ、高速道路の利用状況の変化を分析する。

表.2 時間価値を変化させたときの計算結果

時間価値(円/分)	10	20	30
高速利用台数(台・km)	5817.8	814978.1	1607675
平面利用台数(台・km)	38872470	37047220	36998520
平均走行時間(分)	55.1	47.1	46.5
分担率	0.0001	0.0220	0.0435

時間価値(円/分)	40	50	500
高速利用台数(台・km)	2167549	2714518	4489313
平面利用台数(台・km)	36505820	35595780	34121630
平均走行時間(分)	45.6	43.5	40.9
分担率	0.0594	0.0763	0.1316

時間価値の増加による高速利用台数の変化をグラフで示したものを図.1 に示す。このグラフから時間価値の増加に対して、高速利用台数はほぼ比例しているこ

とがわかる。時間価値が高くなるということは、時間価値の低い時に比べ、料金を支払って高速道路を利用し、時間を短縮することがより有効になることを意味する。それに従い平面（一般道路）の利用者が高速を利用するようになる。結果的に、高速道路による時間短縮効果により平均走行時間が減少する。高速利用台数が時間価値の小さい時の方が増加が大きいのは、時間価値が大きくなると高速リンク混雑状況が生じ、交通が乗りにくくなるためであると考えられる。

(3) 車種別時間価値を考慮した利用者均衡配分

四国ネットワークを対象に車種別（乗用車、大型車）の時間価値を考慮して均衡配分を行う。

表.3 車種別の時間価値による計算結果

番号	1	2	3
車種別時間価値	一般車(25円/分) 大型車(25円/分) 全車種	一般車(25円/分) 大型車(30円/分) 全車種	一般車(25円/分) 大型車(35円/分) 全車種
高速利用台数(台・km)	645754 79917 725671	604828 401528 1006356	570175 683689 1253865
平面利用台数(台・km)	20709110 16461570 37170670	20723400 15990760 36714100	20771280 15661900 36433180
分担率	0.0312 0.0049 0.0195	0.0292 0.0251 0.0274	0.0275 0.0437 0.0344
平均走行時間(分)	41.6	41.1	40.8

番号	4	5	6
車種別時間価値	一般車(35円/分) 大型車(25円/分) 全車種	一般車(35円/分) 大型車(35円/分) 全車種	一般車(30円/分) 大型車(30円/分) 全車種
高速利用台数(台・km)	1013534 50383 1063916	923419 587935 1511354	772623 333662 1106285
平面利用台数(台・km)	20373530 16492580 36866120	20548190 15880690 36428850	20616030 16110940 36726970
分担率	0.0497 0.0031 0.0289	0.0449 0.0370 0.0415	0.0375 0.0207 0.0301
平均走行時間(分)	41.1	40.9	41.1

①時間価値が高くなると、高速道路の利用が増え、分担率が増加する。②同じ時間価値であっても、片方の時間価値が変化すると、それに伴って分担率は増加、減少する。③大型車は、時間価値が5円/分変化するだけで分担率は大幅に変化する。

①については、(1)のとき述べたことと同様のことがいえる。②については、時間価値が変化すると分担率も変化する。それに伴って、高速道路リンクの混雑状況も変化する。混雑状況の変化が同じ時間価値であっても分担率が増加、減少する原因であると考えられる。③について、大型車は、一般車に比べて高速料金などの料金が高いために時間価値の変化に敏感に交通量が変動すると考えられる。