

イールドマネジメントによる名古屋高速道路の利用料金の最適化

2003MT056 水野智司

指導教員 長谷川利治

1. はじめに

この研究では、時間帯別に料金を変更し、交通需要を制御し、1日当たりの利用台数を増加させ、収入も増加させることが目的である。利用台数を最大化させ、コストが払える収入になる料金が最適な利用料金と考える。極端な値上げをすることによって収入を最大化することもできるが、そうすると交通量が極端に減少してしまう。なので、この研究では、交通量を増加することによって収入を増加する。

2. モデリング

作成したフローダイアグラムを図1に示す[1][2][3]。3章でフローダイアグラムについて説明する。

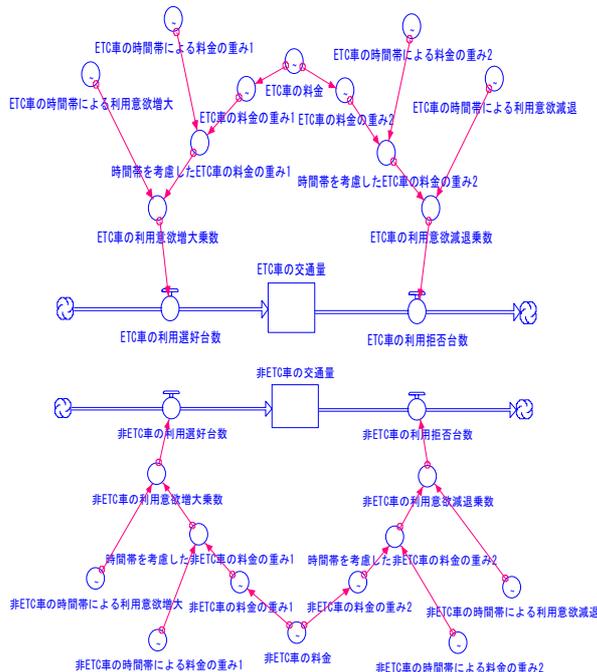


図1 フローダイアグラム

3. レベルライト方程式

3.1 ETC車の要素

1) ETC車の料金

名古屋高速道路の普通車の利用料金に設定する。0~6時は600円, 6~22時は750円, 22~24時は675円である。

2) ETC車の料金の重み1

料金の変動によって、利用者が高速道路を利用することに対する重みの大きさである。

3) ETC車の時間帯による料金の重み1

料金による利用意欲の変動を1時間ごとに表したものである。

4) 時間帯を考慮したETC車の料金の重み1

料金の重みと時間帯による料金の重みの2つを同時に考慮することによって、料金の重みをより詳細に表す。以下の式によって定義する。

時間帯を考慮したETC車の料金の重み1 = ETC車の時間帯による料金の重み1 * ETC車の料金の重み1

5) ETC車の時間帯による利用意欲増大

時間帯による利用意欲の変動を1時間ごとに表したものである。

6) ETC車の利用意欲増大乗数

ETC車の利用意欲増大乗数を以下の式で定義する。
ETC車の利用意欲増大乗数 = 時間帯を考慮したETC車の料金の重み1 * ETC車の時間帯による利用意欲増大

7) ETC車の利用選好台数

どれくらいの数のETC車が利用しようとしているかを表した数値である。

8) ETC車の料金の重み2

2)と関連しているが、料金の変動によって、利用者が高速道路を利用することに対する重みの大きさを表す。

9) ETC車の時間帯による料金の重み2

3)と関連しているが、料金による利用意欲の変動を1時間ごとに表したものである。

10) 時間帯を考慮したETC車の料金の重み2

以下の式によって定義する。

時間帯を考慮したETC車の料金の重み2 = ETC車の料金の重み2 * ETC車の時間帯による料金の重み2

11) ETC車の時間帯による利用意欲減退

時間帯による利用意欲の変動を1時間ごとに表したものである。

12) ETC車の利用意欲減退乗数

ETC車の利用意欲減退乗数を以下の式で定義する。
ETC車の利用意欲減退乗数 = ETC車の時間帯による利用意欲減退 * 時間帯を考慮したETC車の料金の重み2

13) ETC 車の利用拒否台数

どれくらいの数の ETC 車が利用を拒否しようとしているかを表した数値である。

14) ETC 車の交通量

1 時間毎の交通量を示している。以下の式によって定義する。ETC 車の交通量の初期値を 230 台に設定する。

ETC 車の交通量(t)=ETC 車の交通量(t- dt)+(ETC 車の利用選好台数 - ETC 車の利用拒否台数) * dt

3.2 非 ETC 車の要素

ETC 車とは数値は異なるが、時間帯や料金による利用意欲の大まかな変化の仕方は ETC 車と同じであると考えたので、各要素の説明は省略する。

4. シミュレーション

4.1 固定料金でのシミュレーション

ここでは現在の料金に従ってシミュレーションをする[4]。シミュレーションをした結果と実際の交通量の誤差が十分に小さければ、シミュレーションが正しかったと言える。表 1 に、シミュレーションの実行結果を示す。

表 1 固定料金でのシミュレーションの実行結果

時間	合計	ETC 台数	非ETC 台数
0~1	424	230	194
1~2	299	118	181
2~3	222	118	104
3~4	214	126	88
4~5	211	137	74
5~6	427	268	159
6~7	1,461	909	552
7~8	3,486	2,117	1,369
8~9	4,138	2,666	1,472
9~10	3,498	2,427	1,071
10~11	3,280	2,160	1,120
11~12	3,347	2,198	1,149
12~13	3,294	2,170	1,124
13~14	3,499	2,269	1,230
14~15	3,847	2,559	1,288
15~16	4,118	2,746	1,372
16~17	4,245	2,783	1,462
17~18	4,175	2,691	1,484
18~19	3,824	2,453	1,371
19~20	2,707	1,740	967
20~21	1,899	1,159	690
21~22	1,341	822	519
22~23	973	570	403
23~24	673	372	301
合計	55,542	35,808	19,734

4.2 料金変動でのシミュレーション

この節では、4.1 節の結果を元にして 1 時間ごとに料金を変動させてシミュレーションを行う。このシミュレーションの目的は料金を変動させることによって、収入と交通量を増加させることである。実行結果は表 2 に示す。

このシミュレーションでの交通量は、ETC 車は 777 台、非 ETC 車は 874 台増加した。全体では 1,651 台の増加である。収入は変更前が 41,436,300 円で、変更後が 42,348,450 円となり、912,150 円増加した。時間帯別の最大の交通量も、16 時~17 時で 4,235 台だったが、3,555 台となり、東山別院付近の最大要領の約 3,500 台に抑えることができた。最小の交通量も、4~5 時で 212 台だったところを 1,418 台に上昇させることができた。

表 2 料金変動でのシミュレーションの実行結果

時間	合計	ETC 台数	非ETC 台数	ETC 料金	非ETC 料金
0~1	424	230	194	400	450
1~2	705	311	394	400	450
2~3	945	456	489	400	450
3~4	1,180	575	605	400	450
4~5	1,418	702	716	400	450
5~6	1,929	984	945	700	900
6~7	2,654	1,423	1,231	1,000	1,400
7~8	3,525	2,195	1,330	1,150	1,000
8~9	2,609	1,758	851	700	650
9~10	2,531	1,750	781	700	700
10~11	2,715	1,697	1,018	700	750
11~12	3,022	1,975	1,047	750	750
12~13	2,969	1,947	1,022	750	800
13~14	2,952	2,046	906	750	750
14~15	3,301	2,337	964	800	750
15~16	3,428	2,380	1,048	750	750
16~17	3,555	2,417	1,138	750	750
17~18	3,485	2,325	1,160	750	750
18~19	3,134	2,087	1,047	700	700
19~20	2,484	1,617	867	650	700
20~21	2,210	1,463	747	650	700
21~22	2,070	1,384	686	650	650
22~23	2,032	1,315	717	600	650
23~24	1,916	1,211	705	600	650
合計	57,193	36,585	20,608		

5. おわりに

この研究では、1 時間毎に料金を変更することで交通量と収入を増加させ、利用価値を高めることを目的としてきた。シミュレーションの結果、渋滞を緩和し、最小の交通量を上昇させ、交通量と収入を増加させることに成功した。このことは、利用価値も高めることができたと考えても良いだろう。

しかし、今回の研究では、大型車の台数を考慮しなかったため、今後は大型車も考慮してシミュレーションする必要がある。また、ドライバーをさらに細かく分類した場合には、利用選考要素、利用拒否要素としてさらに多くの要素が関わってくる。これらの要素をフローダイアグラムに入れてシミュレーションすることも今後の課題として残っている。

謝辞

この研究を進めるにあたり、多くの助言、ご指導頂いた長谷川利治教授、大学院生の岩田亮一氏、より詳細なデータを提供して頂いた名古屋高速道路公社、その他助言、協力をして頂いた全ての方々に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 名古屋高速道路公社：“名古屋高速道路公社ホームページ”，(2006.9.27), <http://www.nagoya-expressway.or.jp/>
- [2] 島田俊郎：“システムダイナミクス入門”，日科技連，(1994).
- [3] Barry M. Richmond / 著，バーシティウェーブ / 訳： “システム思考入門 I 教育編”，(株)カットシステム，(2004).
- [4] 名古屋高速道路公社：“環状線交通量”，名古屋高速道路協会 施設管理課(2006.10).