

動的混雑課金の交通状況に及ぼす効果についてのシミュレーションによる研究

指導教授 越 正 毅 6 1 2 2 日 暮 一 正

1 研究の背景と目的

動的課金に関する在来の研究は、1989年にBraidより始まっているが、累積されてきた研究は以下の2つの理由による弱点を持つ。

利用者均衡に至るまでの過渡状態が述べられていない
各人の時間価値が同一でない場合の均衡解が明快でない

よって混雑時動的課金状態での利用者行動モデルを作成することにより、様々な課金施策をシミュレーションすることが有用である。これを踏まえて、非課金状態及び課金状態における利用者均衡に至るまでの過渡状態及び均衡状態について検討を行った。

2 ピークロードプライシング

ピークロードプライシングとは、着目する時間帯に対して渋滞コストに相応する課金額を課すという、経済的なTDM手法のことである。

その効果とは単に着目する時間帯の交通量を平準化させるだけではなく、今まで渋滞によって無駄になっていた燃費や個人の時間価値による経済損失を貨幣という形で有資源化することにより、課金実施主体に対して大きな財源確保が可能な点にある。

現在シンガポールにおいてETCを利用した動的課金を実施しているのが唯一の実施例である。

3 混雑時動的課金論理

図-1のような単純な出勤交通を考えた時、N台の通勤車両が事業所へ定刻の始業時に到着するために、ある時刻Tに容量C(台/時)の隘路を通過しようとする。しかし時刻Tの瞬間にN台全ての車両が通過するのは不可能であり、N/Cの時間を要する。このうちN台の一部 N_M 台はTよりも早着し、残りは遅着する。この隘路の行列に参入する交通は渋滞コスト()・早着コスト()・遅着コスト()の項目における渋滞に起因する費用を負担させられ、利用者均衡に至っている。図-2において隘路容量を超える需要は Q_E と Q_L の2つの流率に均衡し、図-3に見かけの需要として出現する。真の需要は隘路が無ければ実在した

需要のことであり、需要が隘路容量を超えなければそのまま現れる。

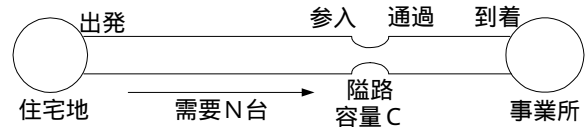


図-1 出勤交通モデル

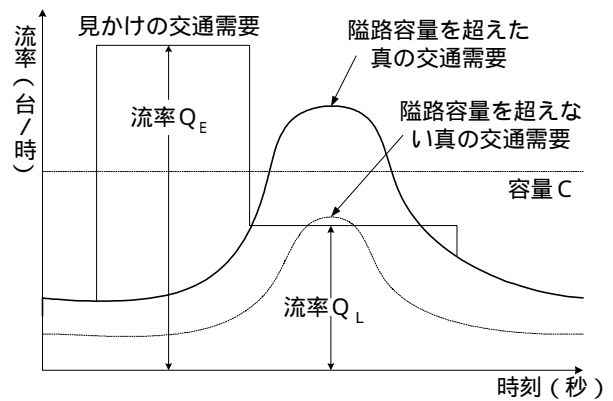


図-2 隘路容量と交通需要

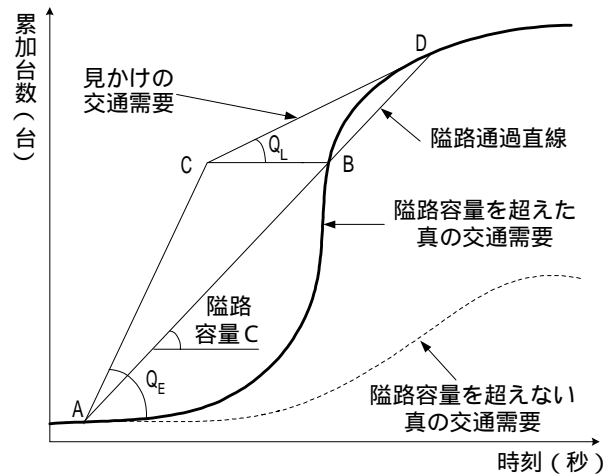


図-3 見かけの需要と真の需要の関係

4 シミュレーションモデル

モデルは次のようである。

- (1) 各車両に対して渋滞コスト単価()、早着コスト単価()、遅着コスト単価()、及び各車隘路希望通過時刻(真の需要)を与える。
- (2) 均衡状態と異なる初期見かけ需要(各車の到着時刻)を与える。
- (3) 上記見かけ需要が容量Cの隘路を通過した時の各車渋滞遅れ時間、早(または遅)着時間を求める。

(4) 各車がそれぞれ他の各車とも同じ到着時刻であったなら、自車の損失(トータルコスト)の金額はいくらになった筈かを計算する。

(5) 上記(4)に基づいて、横軸に到着時刻、縦軸にトータルコストをとって、図-4を作成する。

(6) 図-6から本日コストとTotal Cost Minimumの範囲内で乱数により明日コストを計算し、その値に応じて明日到着時刻を決める。

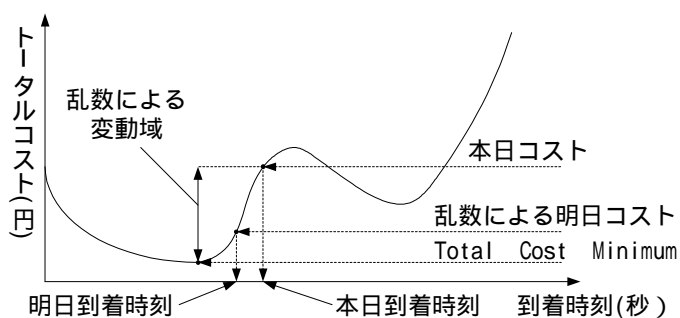


図-4 明日到着時刻決定のプロセス

(7) このプロセスを指定日数毎に繰り返し、利用者均衡に至るまでの過渡状態を求める。

(8) 無課金時均衡状態(図-3)における各車隘路通過時刻A, B及びDに対し、遅れコストに等しい課金額を設定する(図-5)。

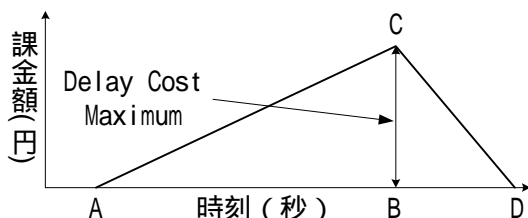


図-5 動的課金モデル

5 シミュレーション条件の設定及び結果

各ケースに共通した条件を以下に示す。

真の交通需要最大流率 = 7,200 (台/時)

隘路容量 = 1,800 (台/時)

渋滞コスト単価 () = 70 (円/分)

早着コスト単価 () = 30 (円/分)

遅着コスト単価 () = 100 (円/分)

この条件に基づき2つのケースについてシミュレーションを行った。図-6に無課金状態、図-7に課金状態における、利用者均衡に収束するまでの過渡状態及び日数を示す。なお全てのグラフにおいて縦軸は累加台数(台)、横軸は時刻(秒)を示し、太線は隘路到着時刻、細線は隘路容量、点線は希望通過時刻とする(図-3参照)。

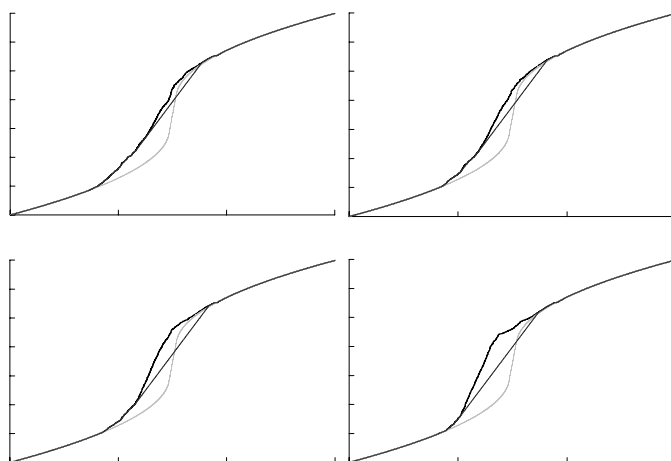


図-6 無課金状態の場合(利用者均衡46日)

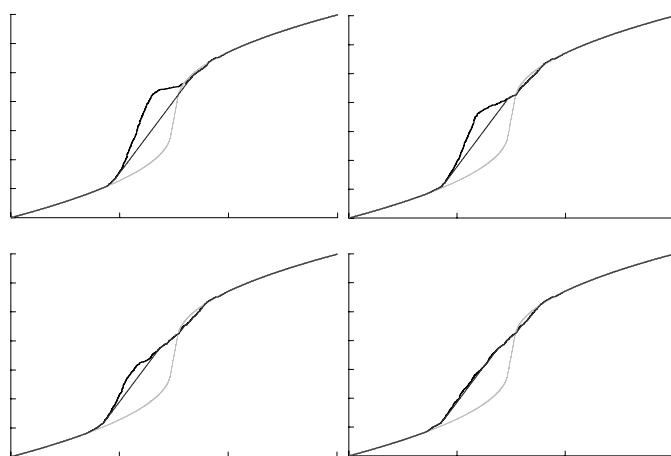


図-7 課金状態の場合(利用者均衡16日)

非課金状態においては利用者均衡日数が46日、課金状態においては16日を要した。

6 結論

非課金状態においては利用者均衡に近い三角形が出現して、すぐにそのバランスを失うことを繰り返し、46日目において費用最小となる位置に至ることがわかった。

課金状態においては、開始直後に累加台数の若い方に渋滞が遷移し、20日目において費用最小となる位置に至ることがわかった。また、この動的な課金を利用者均衡状態に実施することによって、渋滞を極めてゼロに近づけられることがわかった。

7 今後の課題

今回の研究では各車の時間価値が全て共通の場合における基礎的なシミュレーションを行った。今後の課題としては、以下のようなものがある。

誤った課金による影響

各車費用単価のばらつきによる影響

交通情報の不確実性による影響