

IV-332 交通量均衡配分モデルによる駐車場選択・駐車場需要量予測法に関する研究

名古屋大学 正 員 河上 省吾
名古屋大学 学生員 劉 正凱

1. はじめに

近年モータリゼーションの進展により、自家用車が急速に増え、都市での駐車問題は世界的な交通問題となってきた。駐車問題を解決するためには、駐車需要量予測及び駐車場選択に関するモデルが必要となる。

駐車場選択及び計画に関する研究の大部分は非集計モデルに基づくモデルを開発している。最適計画モデルに基づく駐車場問題に関する研究は少なく、辰己ら⁽¹⁾が提案したモデルと塚口・鄭⁽²⁾のモデルはその代表例である。これらのモデルは総徒歩距離を最小化することを目的関数としており、システム最適化モデルであるといえる。システム最適化モデルでは実際の利用者の駐車場選択行動を考えていない。そしてこれらのモデルでは駐車場待ち時間や他の駐車場特性に関する変数は含まれていない。駐車政策の効果を評価するために、モデルは利用者の駐車場選択行動を反映する必要がある。

2. 駐車場選択モデル

次に利用者の駐車場選択行動を考えて、駐車待ち時間などを組み込んだ駐車場選択モデルを構築する。

ある地区を研究対象とする場合、車の利用者はその地区に入ってから、まず車で地区の入口から駐車場へ行く、そして駐車場で駐車待ちをし、車を駐車場に預ける。そして徒歩で駐車場から目的地へ行く。したがって各利用者の入口から目的地までの総所要時間は地区内の車走行時間と駐車待ち時間（入庫時間を含む）と徒歩時間との3部分からなる。各部分の所要時間をリンクで表現すると、駐車場kを利用するための入口iから目的地jまでの経路は次のようになる。

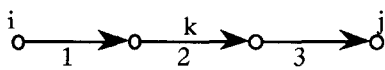


図1. 駐車場を含む経路

リンク1の所要時間は入口iから駐車場kまでの車走行時間で、リンク上の交通量の関数であると考えられる。リンク2の所要時間は駐車場kでの入庫時間と待ち時間などの和であり、駐車場を利用する交通量の関数である。

その関数が待ち行列理論（駐車待ち行列はM/M/S(N)待ち行列であると考えられる）や実態のデータなどに基づいて定式化できる。そして駐車場の待ち時間には駐車料金差や駐車場入庫時間などの変数を組み込むことができる。リンク3の所要時間は駐車場kから目的地jまでの徒歩時間で、定数であると考えられる。各駐車場を通る入口から目的地までの全ての経路を図1のように表現すれば、対象地区はネットワークになる。各入口から各目的地までのOD交通量をネットワークに配分すれば、各リンクの交通量が求められ、各駐車場に対応するリンクの交通量が駐車場を利用する交通量である。従って、駐車場選択問題は完全に交通量配分問題に変換できる。

利用者の駐車行動に関しては、各利用者が自分の総所要時間を最小化することを目指して駐車場を選択すると考えられる。そして道路と駐車場を利用する車が多ければ、渋滞となり、利用者の所要時間が長くなる。均衡の場合、次の状態になると考えられる。

地区入口iから目的地jまでの車利用者が駐車場kを利用すれば、駐車場kを通る入口iから目的地jまでの総所要時間は最小であり、入口iから目的地jまでの車に利用された各駐車場において、駐車場を通る入口iから目的地jまでの総所要時間は等しくなるはずである。

この状態と交通量配分のWardrop均衡状態とは一致する。従って、駐車場選択行動は次の均衡配分モデルとして定式化できる。即ち、

$$\text{Min } Z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_k g_{ij}^k = q_{ij} \quad (2)$$

$$\sum_{ij} \sum_k g_{ij}^k \delta_{ij}^{ka} = x_a \quad (3)$$

$$\delta_{ij}^{ka} = \begin{cases} 0 & \text{if } a \text{ is not on path } k \\ 1 & \text{if } a \text{ is on path } k \end{cases} \quad (4)$$

$$g_{ij}^k \geq 0$$

ここに、 $t_a(x)$ はリンク走行時間で、 x_a はリンク交通

量で、 q_{ij} はOD交通量で、 g_{ij}^k は経路交通量である。

次に簡単な例によってモデルの応用法を説明する。

対象地区は図-2に示すものである。上述のように、図-2の地区は図-3のネットワークに変更できる。図-3のネットワークではリンク5-7とリンク6-8は2つの駐車場に対応している。

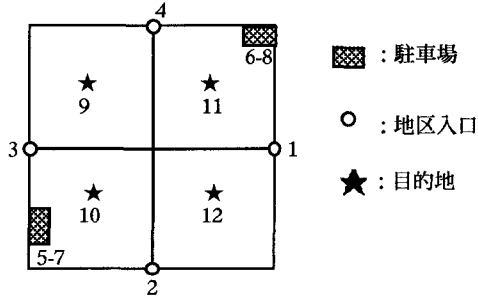


図-2. 想定した地区

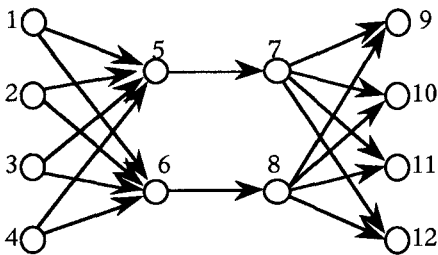


図-3. 計算用ネットワーク

各入口から目的地までの駐車需要量、各駐車場の最大回転率と入庫時間、地区内の車走行時間と徒歩時間をそれぞれに仮定し、2つの駐車場の駐車料金が同じで、駐車場待ち時間関数は次の式であると仮定する。

$$t_a = t_a^0 (1 + 2.62(x_a/c_a)^5) \quad (5)$$

ここに、 t_a^0 は駐車場の入庫時間で、 c_a は駐車場の容量で、回転率×駐車場可能台数である。

均衡配分法によって図-3のネットワークの均衡配分を行なった。計算した各リンクの交通量は表-1に示すものである。

即ち、2つの駐車場を利用する交通量は196と159である。実際の駐車場選択問題では、入口の数は m で、目的地の数は n で、駐車場の数は l である場合、計算用ネットワークのリンクの数は $(m \times l + n \times l + l)$ となり、ノー

表-1. 配分したリンク交通量（台/時間）

リンク	1-5	1-6	2-5	2-6	3-5	3-6	4-5	4-6	5-7
交通量	33.3	51.7	50.0	30.0	80.	25.0	32.8	52.3	196
リンク	7-9	7-10	7-11	7-12	8-9	8-10	8-11	8-12	6-8
交通量	60.9	110.	0.0	25.1	34.	0.0	90.0	34.9	159

ドの数は $(m+n+2l)$ となる。普通の対象地区では m, n, l が小さいので、計算用のネットワークは大きくなく、均衡配分法による計算は簡単であるといえる。

3. モデルの拡張と可能な応用範囲

駐車場の利用量予測問題は交通量配分問題に変換できるので、交通量配分問題に関する全てのモデルは駐車場の利用量予測問題に適用できる。例えば、需要変動型交通均衡モデルに基づいて地区内の総駐車需要量と地区の総合サービス水準の均衡により、地区の総駐車需要量を予測できる。交通量配分のシステム最適化モデルに基づいて駐車場への車の最適誘導方法に適用できる。

これらのモデルの可能な応用方法は次のようである。

(1). 駐車料金などを変更する場合と新たな駐車場を作る場合の総駐車需要量とサービス水準（混雑度）を予測できる。

(2). ある駐車場の駐車料金を変更する場合と新たな駐車場を作る場合の各駐車場の選択率の変化を予測できる。

(3). 駐車料金などの変更により、期待する各駐車場の配分交通量を実現する方策を検討する。例えば、利用率が低い駐車場の駐車料金を下げることによって駐車場の利用率がどう変化するかを検討することができる。

4. おわりに

交通量配分モデルによって駐車場需要量を推定する方法は利用者の駐車場選択行動と駐車待ち時間を組み込むので、従来の最適化モデルに基づく研究より優れているといえよう。

<参考文献>

1. 辰巳浩、樽木武、外井哲志、李相光、駐車場案内システムのための最適誘導に関する基礎的研究、土木計画学研究・講演集、No.15(1)、1992年11月
2. 塚口博司、鄭憲永 駐車場選択現象の分析に基づいた駐車場の有効利用に関する基礎的研究、土木計画学研究・論文集、No.6、1988年11月