

数理計画法を用いた駐車場整備問題に関するモデル分析

立命館大学 正会員 春名 攻
立命館大学大学院 学生員 ○笹江 学
東亜建設工業(株) 大野 康成

1. はじめに

自動車の普及は日常生活の行動圏を拡大し、人々の購買活動や文化活動、さらに余暇活動などに新たな変化をもたらしている。それとともに、産業活動においても即時性を求めるモノの輸送などの利便性や経済性に大きく寄与している。このように、自動車は、快適かつ円滑な都市生活を営む上で、欠くことのできない交通手段となっている。

しかし、一方では自動車の普及により様々な問題が深刻化してきている。そのうちの1つとして、本研究でとりあげた駐車場不足が挙げられる。つまり自動車は常に走っているわけではなく、目的地に着いて駐車してはじめて、人はその目的を果たせるのである。

自動車交通の重要性がさらに高まる車社会の成熟のためには、駐車場整備が重要となってきたおり、将来の都市部の変化にも対応できるより有効な駐車場整備を行っていく必要があると考える。そのためには、駐車施設を都市活動基盤として考え、新しい計画策定方法の構築が大変重要であると考えられる。

2. 駐車場配置問題へのMIN-MAX計画法の適用

本研究では、滋賀県大津市膳所駅周辺・におの浜地区を対象地域として研究を行ったが、当市のような地方中核都市における駐車場整備計画において重要な問題となるのは、次にあげる項目であると考えられる。

まず第一は駐車需要の算定の問題である。大津市では「大津市駐車場整備基本計画」において自由目的集中交通量比を用いて公的駐車場将来駐車需要量を推計し、推計された公的駐車需要量から一次預かり駐車台数を差し引くことにより、公的駐車場整備必要量を算定となっている。

ついで、第二は施設整備の官民の分担比率などの整備基本方針である。大津市では、公共駐車場整備のあり方として「大津市駐車場整備基本計画」において、①、駐車容量と比べて駐車需要が非常に高く、かつ高密度な建物状況などから原因者による駐車場整備が困難な場合、原因者負担を補完するため、整備の一部を担う場合、

②、投資効率などの面から民間事業での対応が困難である場合や交通処理、交通混雑解消などの観点から大規模駐車場を計画的に配置した方が都市機能の維持・向上に寄与すると判断される場合、

③、都市機能の再配置計画などの各種計画・構想にからめながら先導的に公共施設を整備する場合は公民一体となって駐車場の整備を行う場合、となっている。

第三は配置計画である。本研究においては、駐車場配置問題を多目標計画問題として、MIN-MAX計画法を利用することにより、最適配置案を決定できるモデルを作成することを目的とした。

以上のような方向において、本研究では次の手順によって公共駐車場の最適配置案の決定を行った。

①、駐車場整備の対象地域を、将来の駐車需要の推計や需給バランスの算定を行うためにゾーン分割を行った。そのゾーニングによる公的駐車場整備必要量を、「大津市駐車場整備基本計画」より与件として求めた。

②、必要駐車場の延べ床面積、駐車施設形態、駐車場用地面積を、それぞれの組合せにより求め代替案を作成することとした。そして各代替案に対し、事業の収支計算をとおして、単位時間当りの料金の設定を行った。また、整備主体を地方公共団体とし整備する駐車場を都市計画駐車場とすることにより、公的融資制度を導入するものとしたが、これによって融資限度100%、金利5.6%、償還期間20年、据置期間3年、償還方法元金均等の助成が行われるもの

とした。

③、対象地域において、各ゾーニングごとに駐車場の配置を行い駐車場配置代替案の作成を行った。そして各代替案に対し、料金設定の変化にあたっては、駐車場利用者の満足度の変化と利用駐車場の変化の関係を調べることで、両者のバランスのとれる最適駐車場配置案の決定を行った。

なお、駐車場配置計画モデルは、表1のように定式化している。

3. 対象地域における実証的検討

本研究では、膳所駅周辺・におの浜地区の対象地

表1 駐車場配置計画モデルの定式化

(a) 計画目標の制約化

①、料金と徒歩時間に関する目標

$$\sum_j \sum_i \{C_i (2T_{ij} + T_j) + 2\alpha T_{ij}\} X_{ij} - y_{ot} = U_{ot}$$

$$\sum_j \sum_i \{C_i (2T_{ij} + T_j) + 2\alpha T_{ij}\} X_{ij} - y_{ot} \leq L_{ot}$$

②、総料金に関する目標

$$\sum_j \sum_i C_i X_{ij} (2T_{ij} + T_j) - y_o = U_o$$

$$\sum_j \sum_i C_i X_{ij} (2T_{ij} + T_j) - y_o \leq L_o$$

③、総徒歩時間に関する目標

$$\sum_j \sum_i T_{ij} - y_t = U_t$$

$$\sum_j \sum_i T_{ij} - y_t \leq L_t$$

また、

$$y_{ot} / \lambda_{ot} = y_o / \lambda_o = y_t / \lambda_t \quad (\lambda = L - U)$$

(b) 物理的な制約条件

$$\sum_j X_{ij} = a_j$$

$$\sum_i X_{ij} = Q_i \quad (X_{ij} \geq 0)$$

・モデルに使用する制約条件

i: 駐車場 (i=1, 2, ..., m)

j: 目的施設群 (j=1, 2, ..., n)

X_{ij}: 駐車場 i に車をとめて施設群 j に行くグループ数

a_j: 施設群 j へ行くグループ数

Q_i: 駐車場 i の収容台数の上限 (台/日)

C: 駐車場 i を利用するときの単位時間当りの料金 (円)

T_{ij}: i-j 間を移動するのに必要な徒歩時間 (分)

U, L: 満足水準, 許容水準

T_j: 施設 j を利用する時間 (分)

y_o, y_t: 各目標の満足水準からのかい離を表す変数

域を次の3地区にゾーン分割して分析を行った。ここで、ゾーン①の石場駅周辺近商地区は、松本2丁目、打出浜とし、ゾーン②の膳所駅周辺地区は、馬場1, 2, 3丁目とした。また、ゾーン③のにおの浜地区は、におの浜1, 2, 3, 4丁目のように設定した。一方、大津市において地方自治体としての大津市が分担する駐車場整備必要量(駐車需要)は、ゾーン①では261台、ゾーン②では193台、ゾーン③では405台であり、地域全体で859台であると求めている。

さて、分析における配置代替案では、駐車場の回転率を大津市におけるアンケート調査より現状の1.

65とし、乗用車1台当りの必要単位面積を37.5㎡とした。また、用地買収価格は、地価公示価格としたが、このような駐車場整備量、回転率、必要単位面積にもとづき、駐車場必要延べ床面積を算出した。また、駐車場適地の内、児童公園など市有地に関しては用地買収価格は無料として扱った。つぎに、駐車場形態は、地上ビル及び地下ビルとし、自走式を採用した。ここで、駐車場必要延べ床面積と駐車場適地面積より、駐車場敷地面積および駐車場ビルの階数が決定されるものとした。

今回、各ゾーンに対し駐車場を1ヶ所整備することとしたが、駐車場適地として数ヶ所挙げられる場合、地域全体として幾らかの組合せが可能である。よって全ての組合せに対し計画案を策定するのではなく、制限条件を設け組合せ数を削減することが、迅速な計画策定に対し必要である。

さらに、駐車場と目的施設群との徒歩時間は、最遠部と最近部との平均を採用した。ここで、駐車場と目的施設群の組合せを i, j として、徒歩時間を表すと、

i, j=1, 1: 3.7分

1, 2: 11.9分

- 1, 3 : 1 2. 3分
- 2, 1 : 9. 6分
- 2, 2 : 4. 6分
- 2, 3 : 5. 9分
- 3, 1 : 1 0. 7分
- 3, 2 : 1 2. 6分
- 3, 3 : 4. 5分

となった。目的施設群を利用する時間については、昨年度および今年度のアンケート調査より120分とした。

なお配置代替案1では、各地区の駐車場整備量を131台、97台、203台、全体で431台とした。また配置代替案2～6では、各地区の駐車場整備量をそれぞれ176台とし、全体では528台とした。ついで経常収入および経常支出の中の人権費は3年毎に10%増加するとし、減価償却は定率法を採用した。

分析においては、先述した駐車料金と徒歩時間との関係は線形関係であると仮定し、パラメータ α は30と設定した。

次に各配置代替案に対し、経営採算性を検討したが、これを表2に表した。

経営採算性に関してはつぎのようであった。対象地域内に3ヶ所の駐車場を整備することにしたが、ここでは、それぞれの駐車場単独で経営採算性を検討するのではなく、全体として経営採算性を検討することとした。これにより、用地買収価格が高い地区においても駐車料金を低減することができるものと考えたのである。さらに、経営方針として、整備

主体が地方公共団体であることから、収益を増加させることよりは、助成金返済の可能限度まで料金を低減させることを優先した。表2においては2パターンの6案が挙げているが、その他の代替案は、次に述べる駐車場配置計画モデル分析の結果より、目標関数値が表3の代替案より高いため除外した。これにより駐車場形態パターンは2つのパターンに絞り込まれた。

MIN-MAX計画法を適用した駐車場配置計画モデルによる分析結果を表3に表した。目標関数値に関してはそれぞれ値の小さい方が満足度が高いことを表す。またモデル分析により目的施設群に対する駐車場の利用状況の変化を把握することが可能になった。駐車場整備必要量に対し駐車場整備量は、代替案1では、4台の余裕があり、代替案2～6では、12台の余裕がある。このため料金設定を変化させモデル分析を行うことにより、目的施設群に対する駐車場の利用状況の変化を調べた。

整備台数を代替案1のようにした場合、料金設定によって利用駐車場の変化は起こらなかった。

次に、整備台数を代替案2～6のようにした場合、料金設定を変化させることによって、利用駐車場が表3のような変化が起こった。

余剰整備台数がゾーン①、②、③の駐車場に発生するように料金設定を行った結果の内、目標関数値の低い代替案が上記の5案である。このように、利用駐車場の変化を調べるために料金設定を変化させる場合、料金の組合せが多数になる。このためモデ

表2 収支計算表

	代替案1	代替案2	代替案3	代替案4	代替案5	代替案6
初期投資(円)	6,117,140,625	6,286,500,000	6,286,500,000	6,286,500,000	6,286,500,000	6,286,500,000
経常収入(円/年)	206,692,200	209,872,080	209,872,080	216,231,840	209,872,080	218,351,760
経常支出(円/年)	50,847,000	51,360,000	51,360,000	51,360,000	51,360,000	51,360,000
料金(円/時) ①	330	280	260	260	260	260
②	330	260	460	260	470	260
③	330	450	270	500	260	510
整備台数(台) ①	159	176	176	176	176	176
②	117	176	176	176	176	176
③	246	176	176	176	176	176
計	522	528	528	528	528	528
駐車場形態 ①	地下3階建ビル	地下3階建ビル	地下3階建ビル	地下3階建ビル	地下3階建ビル	地下3階建ビル
②	地上2階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル
③	地上5階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル	地上3階建ビル

表3 駐車場配置計画モデル分析結果

		代替案1	代替案2	代替案3	代替案4	代替案5	代替案6
目標関数値	①	503098.5	848480.7	850033.2	867704.5	849845.4	873918.6
	②	369088.5	611348.8	619188.1	630572.4	608488.9	631638.5
	③	37.2	65.9	65.9	65.9	67.0	67.3
駐車場利用状況 i-j i: 利用駐車場 j: 目的施設群	1-1	159	261	261	261	261	261
	1-2	0	0	0	0	0	0
	1-3	0	18	18	18	29	29
	2-1	0	0	0	0	0	0
	2-2	117	193	193	193	193	193
	2-3	0	97	97	97	86	97
	3-1	0	0	0	0	0	0
	3-2	0	0	0	0	0	0
	3-3	246	290	290	290	290	279

ル計算を行う前に料金に対し制限条件を設け、代替案を削減することが、より迅速な分析を行うために必要であると考ええる。

目標関数の内で最重要であると考えられる目標関数①では、代替案1の値が最も低く、代替案2, 5, 3, 4の順に低く、代替案6が最も高くなった。また代替案1は、他の目標関数②, ③の値も他の代替案より低いため、最適配置案であることがわかる。

今回のような目標関数では、建設費が高くなる地下ビル式は駐車料金が高くなるために最適案にはなりにくい。しかし、駐車需要と整備台数とがよく合致している場合は、徒歩時間が短くてすむために満足度が高くなる。

また、地上ビル式の場合、児童公園などを駐車場とするために地域としてのアメニティーは低くなる。そのため、地域のアメニティーを目標関数として設定することや、児童公園などを利用する場合は制約条件的に地下ビル式とすることなどが必要であると考ええる。

また、以上のように整備台数や料金設定の変化による人々の利用駐車場の変化をシミュレートすることができる。この目的施設群と利用駐車場間の移動は地域における人々の動線の一部である。今回のモデル分析では、移動量の変化とともに動線の方向が1方向、2方向に変化した。このように動線の方向が変化することにより、今後の目的施設群の成長に変化が生じると考えられる。人々の動線を把握することは、駐車場整備計画において代替案を検討しなおす際に重要となるばかりでなく、その他の施設整

備計画に対しても影響を与える。そして、人々の目的施設群となる施設整備計画がこのことにより変更されれば、駐車場整備計画が変更され人々の動線が変化する可能性がある。このように、駐車場整備は施設整備と密接な関係がある。そのため、その他の施設と

共に駐車施設を都市活動基盤として考え、一体的に整備することが大変重要であると考ええる。

4. おわりに

本研究では、公的融資制度の助成を受けることを前提とした駐車場配置案を策定することにより地方自治体の負担を減らし、実行可能性を高める方策を検討した。

収支計算において、キャッシュフローに利子を付加することにより単位時間当りの料金を低減することができ、利用者の満足度を高めることができた。モデル分析を行うことにより駐車場利用者の満足度と利用駐車場の変化をシミュレートすることができ、一意的に最適配置案を決定することができた。

今後の課題としては、より多くの計画目標をモデルに取り込むことにより、より最適な駐車場配置案を策定できると考えられる。

また駐車需要の公共分担量においては、公共駐車場を利用すると仮定したが、民間駐車場をモデルに取り込むことにより、官民分担比の変化（利用駐車場の変化）と駐車場利用者数の変化による料金変化を考慮することができると考えられる。

【参考文献】

- 1) 吉川和広, 春名攻; MIN-MAX計画モデルによる2, 3の地域計画問題の実証的分析; 土木学会土木計画学研究発表会 講演集, 1980年1月
- 2) 大津市建設部; 大津市駐車場整備基本計画書, 平成3年3月