

IV-304

道路ネットワークの容量からみた土地利用の最適配分モデル

中央復建コンサルタンツ 正員 加古真一 愛媛大学工学部 正員 朝倉康夫
 同上 正員 齊藤道雄 同上 正員 柏谷増男

1. はじめに

増大し続ける交通需要に対し、大都市の限られた空間において新しく交通施設を供給し続けることは困難である。したがって、道路交通計画においては、ネットワークの整備拡張はもちろんであるが、土地利用のコントロールを含む交通需要の抑制方法を検討する時期にきているといえる。本研究では、「道路ネットワークの最大容量」に着目し、道路網の容量制約の下で、対象地域に立地させることのできる土地利用の上限を求める最適配分モデルを示す。モデルのアウトプットは、都市開発に対して、道路網からみた一定の規制枠をかけるための情報として用いることができる。

2. モデルの定式化

本研究では、道路網の最大容量に関する既存のモデルとオープンシティを想定したHerbert-Stevensタイプの土地利用の最適立地配分モデルを結合することを考える。これらはいずれも、LP(線形計画法)を適用して定式化されている。

以下に示すネットワーク容量からみた土地利用の最適配分モデルは、用途別床面積を指標とする土地利用最適配分モデルの制約式の中に、道路網のリンク容量の制約を組み込んだ形となっている。

$$\max. \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} b_{ik} X_{ik} \quad \dots\dots(1)$$

sub. to

$$\sum_{i \in I} X_{ik} \leq M_k \quad \text{for } k \in K \quad \dots\dots(2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} Q_{ia} a_k X_{ik} \leq C_a \quad \text{for } a \in A \quad \dots\dots(3)$$

$$X_{ik} \geq 0 \quad \text{for } i \in I, k \in K \quad \dots\dots(4)$$

C_a : リンク a のリンク容量

X_{ik} : ゾーン i における用途 k の床面積

b_{ik} : 用途 k のゾーン i に対する付け値

M_k : 対象地域全体での用途 k の床面積

a_k : 用途別トリップの発生原単位

Q_{ia} : 影響係数(ゾーン i から1単位のトリップが発生したとき、リンク a に生じる交通量)

である。

決定変数は、各ゾーンにおけるそれぞれの土地利用用途の床面積(X_{ik})である。式(1)で示す目的関数は、決定変数に、別途推定される付け値(b_{ik})を乗じた総付け値額である。この値を最大にすることは、対象地域全体の立地便益の最大化を意味している。式(2)は、各用途ごとに対象地域全体として配分される床面積の上限を制約する面積制約式である。上限値(M_k)は、より上位の計画などによって、与えられているものとする。

式(3)は、道路網を構成する各リンクの容量制約式である。ここでは、影響係数を用いて、各ゾーンからの発生交通量 $\sum_{k \in K} a_k X_{ik}$ をリンク交通量に変換している。影響係数の値は、目的地選択率(p_{ij} , $\sum_{j \in J} p_{ij}=1$)と経路選択率(r_{mij} , $\sum_{m \in M_{ij}} r_{mij}=1$)が与えられれば、次式により計算することができる。

$$Q_{ia} = \sum_{j \in J} \sum_{m \in M_{ij}} p_{ij} r_{mij} \delta_{amij} \quad \dots\dots(5)$$

ここに、 δ_{amij} は ij 間の経路 m がリンク a を含むとき 1 であり、それ以外の場合 0 である。なお、各用途から発生するトリップ目的の構成に応じて目的地選択率が異なることを考慮して、影響係数を用途別に定義することも可能である。

このモデルは土地利用の配分モデルであると同時に道路網の最大容量モデルの性質を有しているので、床面積の最適配分のみでなく、道路網の整備順位などを議論することもできるという利点を有している。すなわち、最適解が得られた際に、リンクのシャドウプライスを求めておけば、それを相互に比較することで、リンクの整備優先順位付けが可能となる。

一方、短所としては、交通流の非現実性の問題が挙げられる。すなわち、システム側にとって最適な交通流が得られるため、必ずしも利用者の経路選択行動に対応していないことと、交通混雑が考慮できないことである。

3. 松山市都心部への適用計算

松山市都心部を対象に、既存の土地利用を前提として新たに立地可能な床面積を求めるケースを想定してモデルの適用計算を行った。

(1) インプットデータ

対象道路網は、松山都市圏を中心とする平成元年度のネットワークである。対象ゾーンは、松山中心部の業務地区である5つのゾーン(図1)とした。容量制約の対象となるリンクは、市内流入部および都心部に位置する主要幹線道路のうち、重要と思われるリンク20本である。

リンク制約式に用いるリンクの容量(C_a')は、設定された日リンク容量(C_a)から、現況のリンク交通量(V_a)を差し引いた残りの容量とする。現況リンク交通量は、現況OD交通量をネットワークに配分して求めたものである。また、道路網のサービス水準に応じた検討を行うことができるように、リンク容量の大きさを変動させるパラメータ(R_{max})を導入するものとした。よってリンクの残存容量は、次式のようになる。

$$C_a' = R_{max} \cdot C_a - V_a \quad \cdots \cdots (5)$$

R_{max} は、道路網の最大容量モデルにおけるリンクの切断判定規準に対応している。

影響係数は、既存OD交通量をネットワークに配分して求めた。

土地利用用途は、住宅系、業務系、商業系、工業系の4種類を考えた。各用途ごとの全床面積の上限(M_k)は、現時点で対象地域に立地している用途別の延べ床面積(SM_k)に、面積制約の判定規準(M_{max})を乗じたものを用いた。

用途別発生原単位(a_k)は、既存PT調査より用途別発生トリップ数(T_k)を集計し、これを用途別の延べ床面積(SM_k)で除して求めた。

また、対象ゾーンの1ゾーンから5ゾーンまでの各ポイントごとの用途別地価を推定し、付け値とした。なお、地価の推定には、別途に実施した松山都市圏における地価分布に関する研究における地価分布推定式を用いた。

(2) 計算結果と考察

R_{max} と M_{max} の組合せを変えていくつかのケースの計算を行った。以下では、 $R_{max} = 1.25$ 、 $M_{max} = 1.00$ としたときの結果(表1)について考察する。

各ゾーンへの床面積の配分結果を見ると、付け値の最も大きいゾーン3に配分されやすくなっている。その内訳は商業と住宅がほとんどである。業務は、発生原単位が大きいためにこのゾーンにはあまり配分されない。

その他のゾーンでは、ゾーン1と5に配分されている。ゾーン1は業務のみ、ゾーン5は工業と業務が配分されている。ゾーン2と4に配分されない理由は、次のとおりである。ゾーン2では、抽出したリンクに対して影響係数が大きいこと、ゾーン4は付け値が小さいことである。

ボトルネックとなったリンクは、影響係数が大きくリンク容量が小さい2本のリンクであった。シャドープライスの値より、リンク2よりもリンク18の道路整備の必要性が高いといえる。

4. おわりに

本研究では、影響係数の導入により、ある程度交通流に現実性をもたせることができたが、今後の課題としては、利用者均衡条件を満足するモデルの開発が必要と思われる。

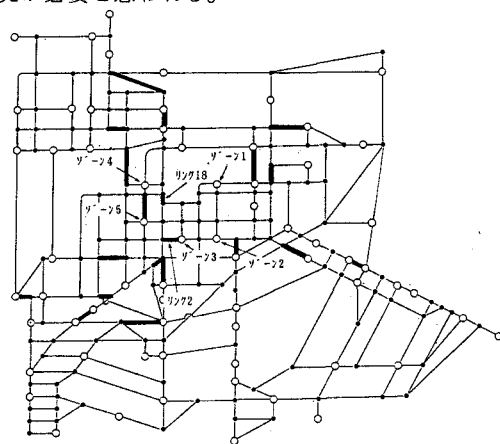


図1 松山市都心部5ゾーンと制約対象リンク
(図中の太線)

表1 用途別立地面積($\times 10^3 \text{ m}^2$)と シャドープライス(SP)

用途	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	計	SP
住宅	-	-	394.2	-	-	394.2	519
業務	111.9	-	67.3	-	20.2	199.4	692
商業	-	-	399.9	-	-	399.9	1924
工業	-	-	-	-	104.6	104.6	513
計	111.9	0	861.4	0	124.8	1098.1	-
リンクのSP(リンクNo.)							L(2)= 3671, L(18)= 10558