

大阪市立大学工学部 正員 西村 昂
 “ “ 岡村 浩子
 “ “ 日野 泰雄

1. まえがき

道路網、鉄道網などが重なって機能する複合交通網においては交通需要はその交通機関選択可能性に基づいて交通機関を選択する。これは一般に交通機関選択 (mode choice) の問題として扱われているが、このような利用者の選択基準 (選択モデル) に基づいた交通流は各種の制約条件 (環境制約、駐車場容量制約、その他) を満たす保証はないので、制約条件を満たさない場合は交通機関選択を変更して制約条件を満たすように修正する必要がある。この場合は交通機関がお互いにどのように交通需要を分担すればよいかという計量的観点から考えるべきもので、交通機関分担問題と考えることができるが、こゝらの問題を単独ネットワークにおける交通配分問題と同じように複合ネットワークにおける交通配分問題として考察してみよう。

2. 問題の分類

交通機関選択モデル、制約条件を満たす配分は次のように3種類に分類することができる。

(I) 交通機関選択モデル、一般的制約条件を満たす分担関係

(II) 交通機関選択モデル、一般的制約条件を満たし、かつ特定の目的指標を最適化する分担関係

(III) 交通機関選択モデルを満たし、一般的制約条件を満たすために交通サービス水準の変更と伴、た分担関係

この中で、(I)は道路容量に余裕のある場合や高サービス水準の鉄道網が存在する場合に生ずる可能性があるが、実用的計算法としては交通機関選択モデル (MCモデル) に従って流れを分割配分法 (IA法) によって求めることができる。道路網における時間比配分法に類似した問題と考える。 (II)はMCモデル、制約条件を満たすフローの中からさらに特定の目的指標 (交通費用など) を最適化する流れを求めるものだが、数値計画的には高次になり解くことが困難なため近似解法 (IA法) による必要がある。 (III)はMCモデルを満たし、制約条件を満たし得なくなる場合、交通サービス水準を変更して (たとえば道路走行サービスを低下させて道路選択率を低下させるなどによって) 制約条件を満たすようにする分担関係である。この場合は選好基準に従って行なわれるが、どのような道路交通効果が効果的かという計画課題が生ずることになる。

つまり交通機関選択モデルを満たせば、制約条件を満たす分担関係が求められる場合で (II)のように交通サービス水準を多少変更しても適当な分担関係が求められる場合が考えられるが、このような場合はMCモデルは満たし得ないものとして、モード転換、需要抑制などによって対応する必要がある。そして適当な目的指標を設定して、最適な分担関係、あるいは最適な転換あるいは抑制計画などの観光的な解を求め、それを実現するような交通制御が必要となろう。このケースは次のように表わされる。

(IV) 制約条件のみを満たし、特定の目的指標を最適化する分担関係

この場合を道路網の配分問題に対応させると、最小費用配分に就いて最小費用分担が考えられ、また等時間配分に就いて等サービス分担 (所要時間、費用、混雑度その他を考慮した交通サービス水準) を満たさせることができる。

3. 簡単なモデル例

こゝで簡単な例によって上記の問題を説明してみよう。MCモデルは図-1に示すように時間差の1次関数モデ

ルとし、道路の走行時間関数も図-2に示すように交通量の1次関数とし、鉄道の所要時間は一定値とする。複合ネットワークとしては図-3に示す最も簡単な例を考える。制約条件として自動車走行台キロ制約を課する。

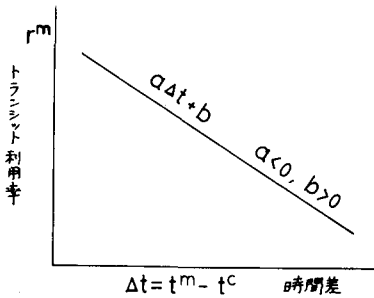


図-1 交通機関選択モデル

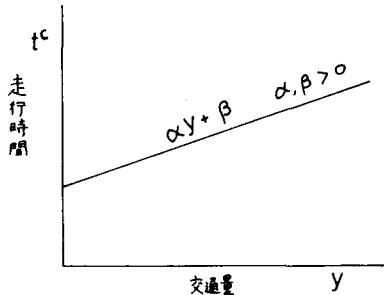


図-2 走行時間関数

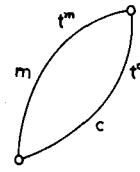


図-3 複合ネットワークモデル

(1) MCモデル, 台キロ制約に従う分担

図-3にありて鉄道 m の分担交通量を x 、道路 c の分担交通量を y 、全交通量を f 、鉄道選択率を r^m 、鉄道所要時間を t^m 、道路所要時間を t^c とすると、次のように均衡交通量を求めることができる。

$$x = f \cdot r^m, \quad y = f(1 - r^m)$$

$$\text{より,} \quad x = f\{a\Delta t + b\} = f\{a(t^m - t^c) + b\} = f\{a\{t^m - (\alpha y + \beta)\} + b\}$$

$$\text{ゆえに} \quad x = f\{a(t^m + b) - \alpha(\alpha f + \beta)\} / (1 - f\alpha)$$

数値計量的には、MCモデル、走行時間関数を単純に1としても一般には高次となるため解くことは困難となり、IA法などの近似解法によるでるを得ない。道路の走行台キロは道路延長を l_c とすると $y \cdot l_c$ と表わされるから、これが1以下となればそれが(I)の分担を表わすが、これは t^m と t^c の関係によって解の有無がきまることになる。

ここで台キロ制約を満たす分担関係が存在しない場合には t^m の値減あるいは t^c の増大対策によってMCモデル、台キロ制約を満たす解を得ることができる。この場合は上記(II)の分担 $\gamma-2$ に対応する。この時他の目的指標を最適化する分担関係に導く問題が(II)に対応する分担 $\gamma-2$ となる。

(2) 制約条件を満たし、特定の目的指標を最適化する分担

上記(IV)に対応する場合で、MCモデルは満たし得ず、特定の目的指標を最適化し得る分担関係を求めるもので目的指標の例として次のようなものを挙げる事ができる。

(i) 交通費用の最小化(利用者費用、交通に伴う社会的費用など)

(ii) 輸送エネルギー消費量の最小化

(iii) 等サービス分担(道路の走行時間、走行費用、鉄道の所要時間、運賃、混雑度などを含めた総合サービス指標からみて、Wardropの等時間原理に基づく配分に対応する、等サービス分担と考えることができる。)

いま(i)の問題で、総所要時間を最小化する分担を考えよう

$$T = x \cdot t^m + y \cdot t^c = x \cdot t^m + (f - x) \{ \alpha(f - x) + \beta \} \rightarrow \min$$

と2次計画問題となるが、実用的には分割配分法などの近似解法による必要がある。その他の目的指標についても同様に定式化し、内題を記述することができるが厳密に解くことは困難といえよう。

4. 反とがき

交通機関選択あるいは分担問題を複合交通網における交通配分問題として考察したが、MCモデルと制約条件の1つと見なせば配分問題と考えることができ、またその解法と利用することもできよう。また実際問題として理論的合理を実現するための交通制御の方法に関して大きな課題が残されている。

参考文献: 大塚啓祐技術センター、資源的制約下における最適交通計画に関する調査研究報告書、昭和52年