

大阪市立大学工学部 正員 日野 泰雄
 大阪市立大学工学部 正員 西村 昂
 枚方市 下水道部 向井 史朗

1. まえがき

交通計画とくに施設計画においては、交通機関別の交通需要を推定することが必要である。従来これを推定するために、種々の交通機関選択モデルが利用されてきた。一方、この様な選択問題は、複合交通に於いての配分の問題としても扱うことができ、しかも道路交通の配分問題においてはかなり現実的な理論としてWardropの等時間原則が提案されていることから、交通機関分担問題においてもこの理論が適用し得るものと考えられる。又、より現実的に適切な分担関係を導くためには、時間の要因に加えて総合交通サービスなる指標を考慮する必要がある。そこで、本稿では、時間・費用・快適性によって交通サービスを定義し、等交通サービスとなる分担関係について考察してみた。

2. 問題の設定と定式化

(1) 問題設定---交通機関分担問題は、交通機関選択問題との関係から次のように分類される。(図-1参照)

- 1° 交通機関選択モデル(M)、一般制約条件(S)を満す分担関係(A点)
- 2° M, Sを満し、特定の目標(G)を最適化する分担関係
- 3° M, Sを満すために交通サービス水準の変更を伴う分担関係(B点)
- 4° Sのみを満し、Gを最適化する分担関係

本稿の場合は4°に属し、時間・費用・快適性(混雑として定義)を含めた総合交通サービス指標からみたWardropの等時間原則に基づく配分に対応するものである。

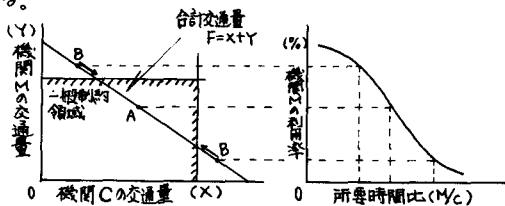


図-1. 交通機関(M, C)の分担関係

(2) 定式化---今、鉄道と道路による2つの交通を考えると、各々、総合交通サービス(費用に換算)は次のように定式化される。

$$(道路) \quad S_{mn}^C = C_{mn}^C + \beta \cdot T_{mn}^C \quad (式-1)$$

$$(鉄道-I) \quad S_{mn}^R = C_{mn}^R + \beta \cdot T_{mn}^R + R_{mn} \quad (式-2)$$

$$(鉄道-II) \quad S_{mn}^R = \begin{cases} C_{mn}^R + \beta \cdot T_{mn}^R (\sum_i \sum_j \chi_{mn}^{ij} \leq N) \\ C_{mn}^R + \beta \cdot T_{mn}^P (\sum_i \sum_j \chi_{mn}^{ij} > N) \end{cases} \quad (式-3)$$

- S_{mn}^C, S_{mn}^R : 道路リンク(m-n), 鉄道リンク(m-n)の総合交通サービス値
- C_{mn}^C, C_{mn}^R : 道路利用者の走行費用、鉄道運賃
 F.E.L. $C_{mn}^C = \alpha \cdot l_{mn} / f$, α : 単位距離当りの走行費用(=const.)
 l_{mn} : 道路延長, f : 平均乗車人員
- $T_{mn}^C, T_{mn}^R, T_{mn}^P$: 道路利用者の走行所要時間、鉄道リンクによる所要時間
 鉄道利用者の混雑の心理的負担を考慮した所要時間
 F.E.L. $T_{mn}^C = l_{mn} \{ a_{mn} (\sum_i \sum_j y_{mn}^{ij} / f) + b_{mn} \}$, a_{mn}, b_{mn} : 道路の構造等に基づく決定的定数(=const.), y_{mn}^{ij} : 道路を利用するOD(i-j)のトリップ数
 $T_{mn}^R = \text{const.}$ (通常、ダイヤ運行のための一定) (図2参照)
 $T_{mn}^P = T_{mn}^R \cdot \{1.0 N_{mn} + \omega (\chi_{mn} - N_{mn})\} / \chi_{mn}$,
 N_{mn} : 鉄道の着席可能容量, ω : 利用者が感じる着席乗車単位時間の負荷を1.0とした時の混雑状態単位時間の負荷用値
 χ_{mn} : 鉄道の利用者数
- β : 利用者の時間価値
- R_{mn} : 鉄道利用者1人当りの混雑評価値 F.E.L.
 $R_{mn} = \gamma \cdot K_{mn} \cdot T_{mn}^R$,
 γ : 単位時間混雑度当りの評価値, K_{mn} : 鉄道の混雑度
 $K_{mn} = \sum_i \sum_j \chi_{mn}^{ij} / L_{mn}$, L_{mn} : 鉄道路容量

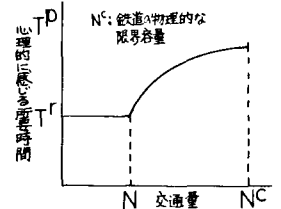


図-2. 心理的負担に於ける時間関数

(3) 解法---等時間原則による交通配分の手法としては、次のようなものが考えられている。

- 1° Wayne法
- 2° 佐々木の方法
- 3° 飯田の方法

3. 計算例

今回の計算例に用いた複合ネットワークモデル、単位OD表、地点間距離を各々図-3、表-1, 2に示す。また、走行時間関数中のパラメータ、鉄道の運賃・所要時間・容量等のパラメータを各々表-3, 4, 5に示す。ただし、OD交通の対称性を仮定することとし、全OD交通量は100,000人/日とする。

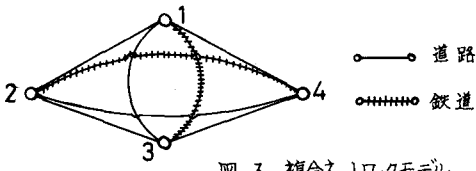


図-3 複合ネットワークモデル

表-1. 単位OD

	1	2	3	4
1		0.2	0.4	0.0
2			0.0	0.3
3				0.1
4				

表-2. 地点間距離 (km)

	1	2	3	4
1		8	10	4
2			5	10
3				6
4				

表-3. 道路7-4の走行時間関数のパラメータ

アーク	a (x10 ³ 分/km)	b (分/km)
1-2	0.460	1.0
1-3	0.135	1.0
1-4	0.058	1.0
2-3	0.215	1.0
2-4	0.058	1.0
3-4	0.058	1.0

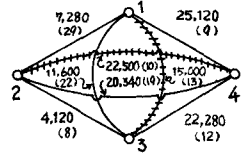
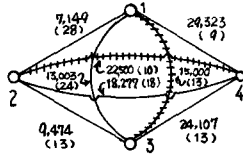
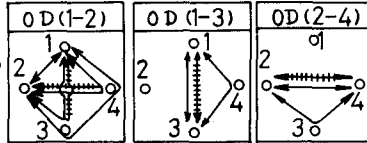
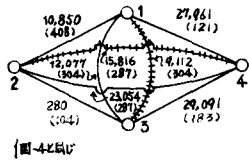
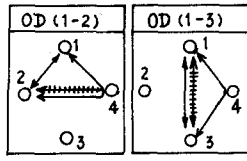
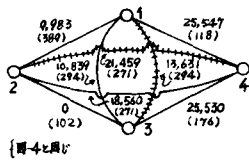
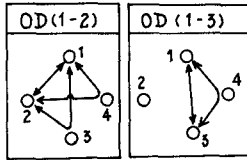
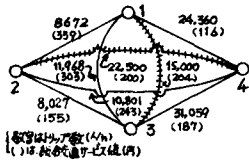
表-4. その他のパラメータ

パラメータ項目	採用値
時間価値 (β) (円/分)	8
走行費用 (α) (円/台km)	16.1
平均乗車人員 (γ) (人/台)	1.3

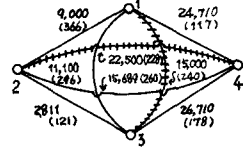
表-5. 鉄道の各パラメータ

パラメータ項目	鉄道アーク	1-3	2-4
運賃 (円)		100	120
所要時間 (分)		13	10
鉄道容量 (人/台)		6,000	9,000
限界容量 (人/時)		15,000	22,500
着席可能容量 (人/時)		2,000	3,000

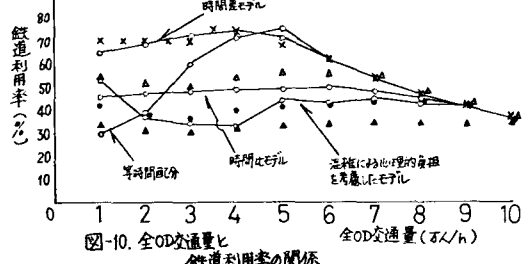
本モデル例に飯田のカット法を適用し、得られた結果のいくつかを図-4~9に示す。



(図-7,8中の()内の数値は、所要時間(分)を示す)



- 次に、計算例で考察された事項を以下にまとめる。
- 1° 時間差モデルは混雑を評価しない ($\lambda=0$) 場合、時間比モデルは $\lambda=1\sim 2$ とした場合とほぼ対応している。
 - 2° 心理的負担を考慮したモデルは、 $\lambda=2$ とした場合と同様の傾向を示している。
 - 3° 本モデル例では、 $\lambda=2\sim 3$ (すなわち、全OD交通量に対して鉄道の限界容量の影響がみえ始める時の値) までは、混雑が評価されているといえる。



(図中で、××…: $\lambda=0$, △△…: $\lambda=1$, ○○○…: $\lambda=2$, ▲▲…: $\lambda=3$ を示す)

4. まとめ
 - 理論的には、等時間配分を拡張することにより、等交通サービスとなる分相関係が求められる。
 - 交通サービスの定義がまだ若干あいまいで、しかも今回快適性としてとらえた混雑の評価も十分とはいえない難く、今後、調査等を通じて何らかのカタラでチェックする必要がある。
 - 環境問題等の大きな意味での社会的制約を考慮した評価基準の確立が必要と考えられる。

【参考文献】
1) Wardrop, J.G.: Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research, Proceedings of the Institute of Civil Engineers, pp.25-37, 1952
2) 飯田泰敏: カット法による時間配分最適化問題, 交通工学, vol.5, pp.26-38, 1970
3) 西村, 岡村, 日野: 複合交通網における交通配分について, 工学学会第32回講演会, pp. 64-65, 1977

【参考資料】
1) 谷, 宮武: 通勤経路選択特性の計量的手法, 工学学会論文報告書第247号, pp.37-47, 1979
2) 植ヶ木, 大淵: 道路網における交通量配分方法, 日本地理学協会年報第2号, pp.11-34, 1963
3) 森田, 清之: 都市における交通網構造特性に関する研究, 土木学会論文報告書第147号, pp.1-6, 1973
4) 谷, 宮武: 鉄道の交通量, 建設学, pp.77-84, 1976
5) 日本国鉄建設局: 建設学, 1971.