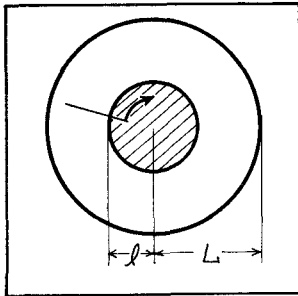


都市規模と自動車交通の効率性

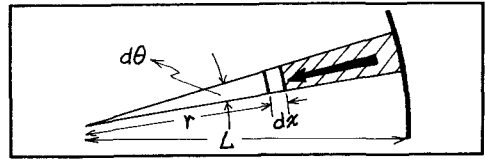
* はじめに 自動車は面的交通機関としての自在性に豊み現代の都市交通において大きな役割を果たしている反面、大量輸送性に欠けるが故に、交通需要の集中に伴い必然的に混雑現象を惹き起こし、時間的損失をはじめとする様々な負のインパクトを与えている。このような自動車交通の特性を見るならば、交通の集中と自動車交通の有効性との間に深い関連があることは明らかである。このような観点から、本稿は単純化した都市モデルを用いて所要時間と道路量との2つから評価される自動車交通の効率性と、交通の集中をとらえ一因としての都市人口規模との関連を把握することを目的としている。

* 円形都市モデルへの走行時間関数の導入 従来都市交通の分野で円形都市モデルが採用される場合、交通量のみが対象とされる場合が多かったが、ここではFlow Dependentな走行時間関数を導入することにより、走行速度・道路混雑をも評定し得るモデルとしている。環状・放射方向に道路を持つ半径 L の円形の都市を考える。土地利用は純化されており、中心から半径 l の円内が業務地区である。居住人口密度および従業人口密度は半径 r の関数として与えられ、トリップの分布はトリップ長に関りなく発着両端の密度一居住or従業一に比例するものとする。さらに走行ルートは所要時間に関りなくある規則に従うものとする。す



京都大学大学院 学生員 北村 隆一
京阪電鉄(株) 正員 ○岩井 利昭

なわち面配分の問題は扱わない。これらの前提により円形都市の各地点での交通量が求められる。例えば半径 r ($l < r < L$) の同心円を通過して中心方向に向う通勤自動車交通量は、 $\int_0^{2\pi} N(r) d\theta = \int_0^{2\pi} \int_r^L \alpha_w \rho_w(x) x dx d\theta \dots (1)$
 α_w : 自動車利用率, $\rho_w(x)$: 通勤人口密度と求められる。



今、微小長さ dx を走行する際の所要時間 dt が、車線当りの時間交通量 Q の関数として、 $dt = (aQ + b)dx$, a, b : 定数 $\dots (2)$ と示されるとする。交通量が定常であるとして(1)式の交通量を車線当り交通量に直すと、半径 r の同心円上の総車線数を $m(r)$ として、 $Q(r) = \int_0^{2\pi} N(r) d\theta / m(r) dw \dots (3)$

dw : 通勤交通の継続時間

と示され、これが半径 r 、幅 dx のAラインを通過する際の所要時間は、全体で

$$\begin{aligned} t(r) &= dt \cdot \int_0^{2\pi} N(r) d\theta \\ &= (aQ(r) + b) \cdot dx \cdot 2\pi N(r) \\ &= 2\pi \{ 2\pi a N(r) / m(r) dw + b \} \\ &\quad \cdot N(r) dx \dots (4) \end{aligned}$$

である。放射方向に都心部に向う通勤交通が $r=l$ に到達するまでの総所要時間は、(4)式を $l < r \leq L$ にわたって積分し、

$T(r) = \int_l^L 2\pi \{ 2\pi a N(r) / m(r) dw + b \} N(r) dr$ と求められる。同様の考え方 $\dots (5)$ が環状方向の交通についても成立す。

* 総所要時間を最少とする道路費用配分 円形都市全体について見ると、(5)式に相当

する式がトリップ目的、走行方向別にいくつ
か求められ、総所要時間はこれらの和として
求めることができる。車線数 $n(r)$ を変数とし
てこの総所要時間を最小化する訳であるが、
 $n(r)$ を連続量として扱うことは計算上困難と
考えられる。そこで円形都市を適当な幅のリ
ングに分割し、各々のリング内では車線数は
 r に関りなく一定とする。オ i 番目のリング
に n_i^R 本の放射方向の車線があるとする。(1)
式の交通について見ると、このリングを通過
(あるいはリング内より発生) して中心方向
に走行する全自動車交通のリング内での所要
時間は、(5)式と同様に、

$$T_i^R = \int_{r_{i-1}}^{r_i} 2\pi \{ 2\pi a N^2(r) / dw n_i^R + b N(r) \} dr \\ = A_i^R / n_i^R + B_i^R \quad \dots (6)$$

と示される。ここに

$$A_i^R = \int_{r_{i-1}}^{r_i} 4\pi^2 a N^2(r) / dw dr, \\ B_i^R = \int_{r_{i-1}}^{r_i} 2\pi b N(r) dr, \quad (7)$$

r_i, r_{i-1} : オ i 番目のリングの外側及び
内側の中心からの距離。

円形都市の人口密度関数等の諸値及び走行ル
ートが与えられるば、この A_i, B_i は各々の
リングについて定数として求められる。オ i
番目のリングで1車線建設するために必要な
費用を放射・環状方向で各々 U_i^R, U_i^C とすれ
ば、これを用いて総所要時間は各リングへの
投入道路費用の関数として示される。そこで
問題は、全目的について求めた A_i, B_i を用い、

$$\min: T = \sum_{i=1}^N \{ A_i^R U_i^R / C_i^R + B_i^R \} \\ + \sum_{i=1}^N \{ A_i^C U_i^C / C_i^C + B_i^C \} \quad (8) \\ \text{sub. to } \sum_{i=1}^N C_i^R + \sum_{i=1}^N C_i^C = C$$

C : 総道路費用

N : リング数

C_i^R, C_i^C : 各リングの放射・環状

方向への投入費用

と記述される。

(8)式は通常のラグランジュ乗数法により容
易に解かれ、最適配分として、単位追加投
入当りの節約時間量が等しくなる様な配分
が得られる。以上は問題の基本的なフレー
ムワークを示したものであるが、これに加
え、道路容量及び中心業務地区での交差失
が所要時間に及ぼす影響などを考慮する必
要があらう。これらについては講義時に口
頭で述べたい。

* 自動車交通の効率性と都市規模

以上に述べたモデルを用い、総道路費用が
最適配分されているものとする。今、自動
車交通の効率性が所要時間と道路費用との
2つの要素においてとらえられるとし、こ
れを評価する規準として以下を用いる。

$$(i) \mathcal{S} = (\mu T + \pi C) / P \quad \dots (9)$$

$$(ii) \mathcal{D} = (\pi - T) / C \quad \dots (10)$$

μ : 時間価値, π : 耐用年限の逆数
 P : 人口

(9)式は移動に費される広義の費用の一人当
りの平均値である。また(10)式の分母は投入
 C による節約時間を表わし、 $\mathcal{D}$ は一種の生
産性を示す。これらの基準を用い、特定の
人口規模に対し最適な総道路費用 C^* が、従
って $\mathcal{S}^*, \mathcal{D}^*$ が求められる。これを用い都市
人口と自動車交通の効率性との対応を見よ
うとするものである。都市が都市としての
有機性を保つためには人口の疎密にかかわ
らず一定の道路施設が必要であるという前
提に立つば、上記の関係から最適な都市
規模が導かれる。計算結果は口頭で示す。

* おわりに 都市を経営するという立
場からは、円形都市モデルは操作し易く有
効なものであり、都市経済学の分野での集
積も取り入れ、更に展開されるべきである