

1. はじめに 筆者らが昨年、寝屋川市駅(京阪電鉄)を対象として行なったサイクルアンドライド型の通勤自転車交通に関する調査においては、トリップ長分布、あるいは世帯あたり発生台数はいずれも図-1のような三角形で示される分布型をしていた。¹⁾ すなわち、市駅を利用する自転車交通の発生は駅の近辺では少なく、駅から離れるにしたがい増加したが、ピークを形成したのち減少し、ついには皆無となった。このようなパターンはいかなる場合においても成立するものとは言えないが、一般には認められるもののように考えられる。駅の近辺では徒歩が、遠方ではバス等が自転車よりも「優性」になると考えられるからである。本研究はこのようなパターンに対する理論的接近を試みようとするものであるが、ここでは自転車と競合する交通手段として、徒歩およびバスをとりあげることから始めている。そして、駅への自転車道計画、置場計画等の基礎資料を得ようとするものである。

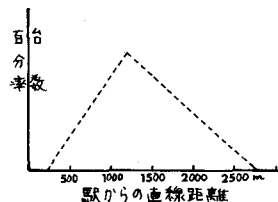


図-1 トリップ長、発生台数/世帯の分布型

2. モデルの説明

住居と鉄道駅との間において用いられる交通手段にはいくつかのものがあるが、ここでは徒歩、自転車、バスをとりあげ、この三者の競合関係において自転車通勤交通の発生図をみることにする。

いま、通勤手段の選択は所要時間と費用とが考慮されてなされるものとし、片道所要時間については(1)式、月あたり費用(円)については(2)式の線形式が成り立つものとする。添字は交通手段を表わし、1は徒歩、2は自転車、3はバスを表わすとする。

$$t_i = 60 t_{i0} / 1000 v_i + t_{i10} \quad \dots (1) \quad M_i = C_i t_i / 1000 + M_{i0} \quad \dots (2)$$

ここに、 v_i は時速(km/h)、 t_{i0} は経路距離(m)、 C_i は単位距離あたりの月額走行費(円/km)、 t_{i10} はその交通手段に付加されるべき時間(分)、 M_{i0} は C_i 以外の費用(円)である。以下においては $C_1 = C_3 = 0$ 、 $t_{10} = 0$ 、 $M_{10} = 0$ とする。つぎに(1)式に 2×25 を乗じ、さらに時間価値 α (円/分)を乗じて時間を費用(月額)に換算し、これを(2)式に加えたものを総費用(円/月)と呼び、 M_i で表わすことにする。

$$M_i = 50 \alpha t_i + M_{i0} \quad \dots (3)$$

(3)式で示される M_i は t_i の関数とできるので、この式により、各交通手段ごとにその総費用を駅からの経路距離に対応して計算することができる。そこで、発生図の定義を以下に行なう。「ある地点において、ある経路距離をもつ交通手段の総費用が最小のとき、その地点はその交通手段の発生図内にある」。したがって、ここでいう自転車交通の発生図は、徒歩およびバスと比較して、自転車の総費用が最小となっている地域のことである。パラメータについてもう少し説明すると、 v_3 は住居に最寄のバス停と駅(のバス停)との間(t_3)における平均速度、 C_2 は自転車の走行に伴うパンク修理や整備に要する費用、 t_{20} は置場に自転車を出入れするのに要する時間、 t_{30} は住居と最寄りのバス停間(d)の歩行時間(t_{31})とバス待ち時間(t_{32})との和、 M_{20} は自転車購入費を耐用月数で割った額(M_{21})と置場費用(M_{22})との和、 M_{30} はバスの定期乗車券費用である。

$$t_{30} = t_{31} + t_{32} = 60 d / 1000 v_3 + t_{32} \quad \dots (4), \quad M_{20} = M_{21} + M_{22} \quad \dots (5)$$

3. 徒歩圏との境界

自転車圏と徒歩圏との境界は、自転車に関する総費用と徒歩の総費用とが相等しい点として求められる。いま、 $t_1 = t_2$ 、すなわち自転車と徒歩が同じ経路をとるものとする、両手段の総費用が相等しい点 R_{12} は(3)式より、

$$R_{12} = 1000v_1v_2(50\alpha t_{20} + m_{20}) / \{3000\alpha(v_2 - v_1) - v_1v_2C_2\} \dots\dots (6)$$

となる。細かくみれば $v_1 = v_2$ とはできない場合もあろうが、専用の自転車道が未整備な段階では、おおむね $v_1 = v_2$ としてよいと考えられる。したがって、この場合、境界は駅を中心とする円周の一部で与えられる。

4. バス圏との境界

自転車圏とバス圏との境界は明らかにバスのサービスレベルに影響される。バスのサービスレベルは住居からバス停までの距離、換言すれば、バス路線数およびバス停間隔と、バスの運行ひん度、換言すれば、バス停でのバス待ち時間で表わせると考えられるが、後者はパラメータとして式の中に入れてあるので、次の2ケースについて、境界式を導くことにする。i) バス路線数およびバス停数が無数にある場合。ii) 一本のバス路線にバス停が定間隔にある場合。i) の場合($t_{31} = 0$)、 $t_2 = t_3$ として、両手段の総費用が相等しい点 R_{23} は、

$$R_{23} = 1000v_2v_3\{m_{30} - m_{20}\} + 50\alpha(t_{30} - t_{20}) / \{3000\alpha(v_3 - v_2) + v_2v_3C_2\} \dots\dots (7)$$

となる。この場合、明らかに仮想的なバス・道路網であるが、境界は駅を中心とする円周で与えられる。

ii) はバス利用者が住居より最寄りのバス停まで徒歩である場合である。いま、バス路線は駅から放射状、自転車の経路は住居から駅への直線距離に対し一様に迂回率 π をもつとする。バス停間隔を s 、バス停番号を n (駅からの順)、また、駅を原点、バス路線を x 軸、これに直交する軸を y 軸にとり、住居位置を (x, y) で表わせば、両手段の総費用が相等しくなる点 R_{23} は次式を満足する (x, y) で求められる。

$$A\sqrt{x^2 + y^2} - B\sqrt{(x - \pi s)^2 + y^2} - C\pi s + D = 0 \dots\dots (10)$$

ここに、 $A = \pi(3\alpha/v_2 + C_2/1000)$ 、 $B = 3\alpha/v_1$ 、 $C = 3\alpha/v_3$ 、 $D = 50\alpha(t_{20} - t_{32}) + m_{21} + m_{22} - m_{30}$ で、住居からバス停へは直線ルートをとるものとしている。 $A \sim D$ が先決されれば、(10)式左辺は $x, y, \pi s$ の関数となり、 πs は助変数にとれば(10)式は曲線族を表わしている。したがって、この場合の境界はバス停ごとに形成されることになるが、実際的にはこの曲線族の包絡線によって境界を代表させる方が便利である。この包絡線は正の y に対して次式で与えられる。

$$A\sqrt{x^2 + y^2} - \sqrt{B^2 - C^2}y - Cx + D = 0 \dots\dots (11)$$

5. 計算例

さきに定義した自転車交通の発生圏について、(6)、(10)、(11)式の計算例を示すと図-2 のようである。

なお、計算には以下のパラメータ値を採用している。

v_1	v_2	v_3	C_2	t_{20}	t_{32}	m_{21}	m_{22}	m_{30}	α	π
5	10	20	50	2	5	500	2,000	2,300	10	1
km/h			%	分		円			円/分	

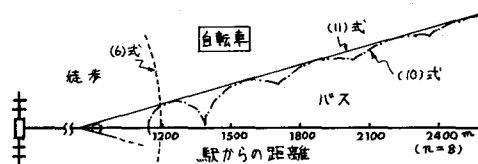


図-2 計算例 ($S=300m$ の場合)

6. モデルに対する考察

上記計算例においては自転車の置場料金を2千円としている。これが無料の場合、徒歩圏は508mの円内、バス圏の始点は2129mとなり、自転車圏は大幅に拡大する。モデル上は自転車~バスの境界線が他の自転車~バスの境界線と交点をもたぬ限り、自転車圏はかなり遠方まで存在することになるが、これについては体力的限界があるはずである。図-1における三角形の左方の立ち上がり点は徒歩との競合関係で、右方の終点は体力的、および隣接駅との駅間関係で定まるもののように考えられる。ここで示した各式は単純な通過経路に対するもので、現実上はそのまま使用が可能なものではないが、複雑な経路に対しては各地点で各手段ごとに総費用を計算して比較する方法をとってもよい。

7. おわりに 自転車は手軽で便利な乗物で、潜在的な需要はかなり高いように思われる。その需要量を計算すべく、さらに本モデルを発展させたいと考えている。

1) 「寝屋川市における自転車の通勤利用について」、筆者他2名、昭和50年4月、関西支部年次学術講演会概要集