

MIXED MODAL SPLIT (2)

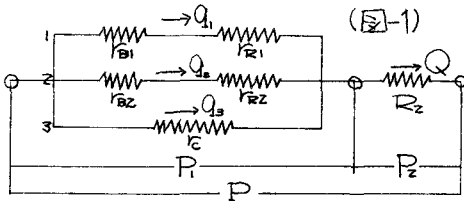
京都大学工学部 正員 近藤 勝直
京都大学工学部 学員 〇川 端 茂寿

〇. はじめに

本研究は、都市間輸送に代表されると思われる二地点間の経路分担率を輸送サービス水準の変化による転換誘発現象に重点を置いて説明する電気回路モデルを用いて混合トリップの取扱い方について検討したものである。この電気回路とのアナロジーによる方法の基本的な考えは、「(1)路線を利用して乗客が流動するのは路線の両端にある種の圧力(吸引力)が作用するためであるとする。これを電圧と考える。(2)路線の乗客流動量を電流と考える。(3)路線のサービス水準を抵抗と考える。」である。

1 モデル例1

(表-1)



r	路線に存在する抵抗(符号R,R,Cはそれぞれバス・鉄道車を表わす)
Q	路線の輸送量(添字番号は路線を表わす。)
P	乗客の流動を引き起こすある種の圧力(吸引力)
r	路線の両端に作用する圧力
Q	各路線の輸送量の総和(総輸送量)
R	直列抵抗

ここでは、交通機関をバス・鉄道車とし、図1に示すモデルを考える。(記号は表-1参照) 路線1,2,3の合成抵抗を r_1, r_2, r_3 とし、並列路線部の合成抵抗を R とすると、

$$P = QR \quad (1)$$

$$R = 1 / \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) \quad (2)$$

P_2 を R_2 にかかる圧力、 R_2 を直列抵抗とすると

$$P_2 = QR_2 \quad (3)$$

P_1, P_2 と P の関係は

$$P = P_1 + P_2 = Q(R_1 + R_2) \quad (4)$$

したがって

$$Q = \frac{P}{R_1} = \frac{P_2}{R_2} = \frac{P}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

今、路線1の抵抗 r_1 が輸送サービス水準の向上によって r_1' に減少したとすると、総輸送量 Q および総輸送量の増加分 ΔQ は、

$$Q = P / (R_1' + R_2) \quad (6)$$

$$\Delta Q = Q - Q' = P \left\{ \frac{1}{(R_1' + R_2)} - \frac{1}{(R_1 + R_2)} \right\} \quad (7)$$

$$\text{ここに } R_1' = 1 / \left(\frac{1}{r_1'} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) \quad (8)$$

この ΔQ は着在している輸送需要の誘発と考えることができる。また並列路線部にかかる

電圧に相当する P は

$$P' = P - \Delta P \quad (9)$$

$$\Delta P = \Delta QR_2 = PR_2 \left\{ \frac{1}{(R_1' + R_2)} - \frac{1}{(R_1 + R_2)} \right\} \quad (10)$$

に変化する。各路線の輸送量 Q_i は

$$Q_1' = P' / r_1' = (P - \Delta P) / r_1' \quad (11)$$

$$Q_2' = P' / r_2 = (P - \Delta P) / r_2 \quad (12)$$

$$Q_3' = P' / r_3 = (P - \Delta P) / r_3 \quad (13)$$

これより抵抗の変化しただけ路線2,3の輸送量は減少し、輸送量の減少分の総和は、

$$\Delta Q_2 + \Delta Q_3 = (Q_2 - Q_2') + (Q_3 - Q_3') = \Delta P \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) \quad (14)$$

であり、これは輸送サービス水準の変化しただけ路線1から輸送サービス水準の向上した路線への転換輸送量であると考えられることができる

次に路線1の輸送量の増加分 ΔQ_1 は

$$\Delta Q_1 = Q_1' - Q_1 = (P - \Delta P) / r_1' - P / r_1 \quad (15)$$

一方、 P_1 によって ΔQ を表わすと

$$\begin{aligned} \Delta Q &= (P - \Delta P) / R_1' - P / R_2 \\ &= (P - \Delta P) \left(\frac{1}{r_1'} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) - P \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) \quad (16) \end{aligned}$$

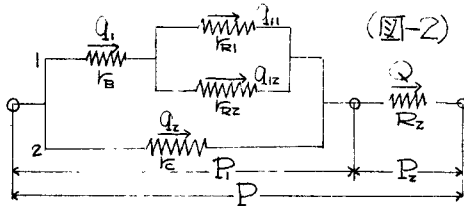
(14) (16) 両式より

$$\Delta Q + (\Delta Q_1 + \Delta Q_2) = (P - \Delta P) / r_1' - P / r_1 = \Delta Q_1 \quad (17)$$

しにがって輸送サービス水準の向上した路線

1 線では、誘発交通量 ΔQ と転換交通量 $(\Delta Q_1 + \Delta Q_2)$ の和の輸送量が増大することになる。

2 モデル例2



ここでは、路線1 間に鉄道 R_1 、 R_2 が並列に存す

する図-2 のモデルを考える。記号はモデル例1 にしたがうものとする。

路線1, 2 の合成抵抗を r_1, r_2 、並列路線部の合成抵抗を R とする。ここに、

$$r_1 = r_{10} + 1 / \left(\frac{1}{r_{11}} + \frac{1}{r_{12}} \right), \quad r_2 = r_2 \quad (18)$$

$$R = 1 / \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (19)$$

モデル例1 と同様、輸送サービス水準の向上によって路線1 の抵抗 $r_1(r_{10})$ が $r_1(r_1)$ に減少したとすると、並列路線部の合成抵抗 R 、総輸送量 Q 、総輸送量の増加分 ΔQ は

$$R' = 1 / \left(\frac{1}{r_1'} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (20)$$

$$Q' = P / (R' + R_2) \quad (21)$$

$$\Delta Q = Q' - Q = P \left\{ 1 / (R' + R_2) - 1 / (R + R_2) \right\} \quad (22)$$

また並列路線部にかかる圧力 P_1 は

$$P_1' = P - \Delta P \quad (23)$$

$$\Delta P = (Q' - Q) R_2 = P R_2 \left\{ 1 / (R' + R_2) - 1 / (R + R_2) \right\} \quad (24)$$

に変化する。

各路線の輸送量 Q_1 、輸送量の増減分 ΔQ_1 は

$$Q_1' = P / r_1' = (P - \Delta P) / r_1' \quad (25)$$

$$Q_2' = P / r_2 = (P - \Delta P) / r_2 \quad (26)$$

$$\Delta Q_1 = Q_1' - Q_1 = (P - \Delta P) / r_1' - P / r_1 \quad (27)$$

$$\Delta Q_2 = Q_2' - Q_2 = P / r_2 - (P - \Delta P) / r_2 = \Delta P / r_2 \quad (28)$$

一方、 R を用いて総輸送量の増加分 ΔQ を表わ

$$\Delta Q = (P - \Delta P) / R' - P / R = (P - \Delta P) \left(\frac{1}{r_1'} + \frac{1}{r_2} \right) - P \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (29)$$

したがって (29) (24) 両式より

$$\Delta Q + \Delta Q_2 = (P - \Delta P) / r_1' - P / r_1 = \Delta Q_1 \quad (30)$$

よって輸送サービス水準の向上した路線1 では誘発交通量 ΔQ と転換交通量 ΔQ_2 の和が輸送量の増加分となる。次に路線1 の輸送量 Q_1 は鉄道 R_1, R_2 の輸送量 Q_{11}, Q_{12} に配分される。

$$Q_{11}' = \frac{r_{12}}{r_{11} + r_{12}} \cdot Q_1' = Q_1' / \left(1 + \frac{r_{11}}{r_{12}} \right) \quad (31)$$

$$Q_{12}' = \frac{r_{11}}{r_{11} + r_{12}} \cdot Q_1' = Q_1' / \left(1 + \frac{r_{12}}{r_{11}} \right) \quad (32)$$

よって鉄道 R_1, R_2 の輸送量の増加分 $\Delta Q_{11}, \Delta Q_{12}$ は

$$\begin{aligned} \Delta Q_{11} &= Q_{11}' - Q_{11} = Q_1' / \left(1 + \frac{r_{12}}{r_{11}} \right) - Q_1 / \left(1 + \frac{r_{11}}{r_{12}} \right) \\ &= (P - \Delta P) / \left\{ r_{10} \left(1 + \frac{r_{12}}{r_{11}} \right) + r_{11} \right\} - P / \left\{ r_{10} \left(1 + \frac{r_{11}}{r_{12}} \right) + r_{12} \right\} \quad (33) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Q_{12} &= Q_{12}' - Q_{12} = Q_1' / \left(1 + \frac{r_{11}}{r_{12}} \right) - Q_1 / \left(1 + \frac{r_{12}}{r_{11}} \right) \\ &= (P - \Delta P) / \left\{ r_{10} \left(1 + \frac{r_{11}}{r_{12}} \right) + r_{12} \right\} - P / \left\{ r_{10} \left(1 + \frac{r_{12}}{r_{11}} \right) + r_{11} \right\} \quad (34) \end{aligned}$$

となる。従って鉄道 R_1 の輸送サービス水準の向上によって増減した輸送量の変化分 $\Delta Q + \Delta Q_2$ は路線1 への輸送量の増加分 ΔQ_1 として配分され、更に並列に存する鉄道 R_1, R_2 への輸送量の増加分 $\Delta Q_{11}, \Delta Q_{12}$ として二次的に配分される。

3. おわりに

本稿ではモデルの説明を中心に行なった。モデルの性質、挙動等の詳細は講演時に示す。

参考文献

足立一夫, "競合路線における輸送需要の構造モデルについて"

経営科学 第12巻3号, 1969