MIXED MODAL SPLIT (1)

京都大学工学部　正員　○近藤 勝直
同　　　　　　　学員　宮崎 辰夫

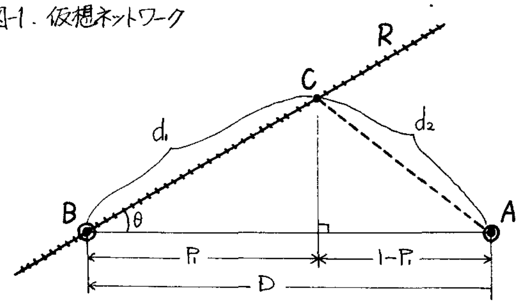
0．はじめに

本研究は、従来のモーダルスプリットが実質的には代表交通手段選択問題であったのに対して、本来の混合トリップ（trip by a combination of mode）という観点に立ち返って、その取扱い方について、Goodwinの展開したModal Mix手法[1]を用いて検討したものである。本稿では仮想的なネットワークを導入し、都市／都市圏において典型的であろうと思われるところの求心的な混合トリップを取扱うために基本となるモデルをあえて現実から離れて展開し、その理論的可能性を追求するとともに、混合トリップの生起条件を明確にすることを目的としている。

1．混合トリップの基本モデル[2]

ここでは、混合トリップの生起に関する分析を行なうための基本的なモデルを提示する。今、問題を簡単にするために、交通機関は鉄道とバスの2種類とする。図-1に示す鉄道網（駅は無数に存在）、バス網（高密度に存在）のもとでA点よりB点へ移動するトリップメーカーの混合トリップを問題にする。

図-1．仮想ネットワーク



鉄道ならびにバスはそれぞれ一般化された単位距離当り所要時間T_1, T_2をもっている。

$$T_1 = t_1 + \lambda^{-1} m_1 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$T_2 = t_2 + \lambda^{-1} m_2 \quad \cdots\cdots (2)$$

ここに、t_1, t_2は鉄道バスの単位距離当り所要時間、m_1, m_2は単位距離当りの費用であり、λは対象とするトリップメーカーの時間価値である。このとき、A点を出発しC点でバスから鉄道に乗り継ぐものとすると、

$$d_1 = P_1 D / \cos\theta \quad \cdots\cdots (3)$$

$$d_2 = D\sqrt{P_1^2/\cos^2\theta - 2P_1 + 1} \quad \cdots\cdots (4)$$

ここに、Dは AB間の直線距離、$\theta = \angle ABR$、P_1は線分AB上での鉄道利用率である。

A点からC点を経由してB点に到達するまでの総時間Gは、

$$G = T_1 d_1 + T_2 d_2$$
$$= T_1 P_1 D/\cos\theta + T_2 D\sqrt{P_1^2/\cos^2\theta - 2P_1 + 1}$$
$$= \frac{D}{\cos\theta}\left\{T_1 P_1 + T_2\sqrt{(P_1 - \cos^2\theta)^2 + \cos^2\theta \sin^2\theta}\right\} \quad \cdots\cdots (5)$$

この関数$G = G(P_1)$は、$T_1/T_2 \leqq \cos\theta$なる条件下で図-2に示すように極小値を持ち、そのときの極小値を与える$P_1 = \overset{*}{P_1}$の値は、

$$\overset{*}{P_1} = \cos^2\theta\left(1 - \tan\theta\sqrt{\frac{k}{1-k}}\right) \quad \cdots\cdots (6)$$

ここに　$k = (T_1/T_2)^2$

P_1の有効範囲は　$0 \leqq P_1 \leqq \cos^2\theta$　である。

式(6)より分るように$\overset{*}{P_1}$はT_1, T_2, θの関数であ

り、AB間距離Dには関係しない。また、図-2に示す曲線G'より分るように、$(T_1/T_2)^2$の値が小さくなるほど$\overset{*}{G}$は$\cos\theta$に近づく。これは連結点CがAよりの垂線の足に近づくことを意味している。

一方、$T_1/T_2 > \cos\theta$ なる条件下においては混合トリップは生起せず、A点からB点へ直接的にバス利用がなされる。

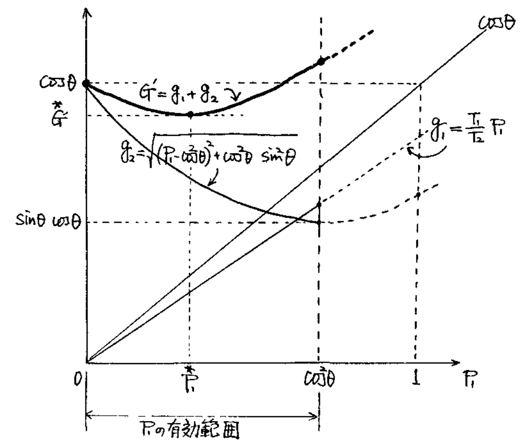


図-2 : P_1と総時間Gの関係

2. 基本モデルの拡張

前節に述べた基本モデルをベースとして図-3, 図-4に示すような起終点間の混合トリップ問題も容易に解くことができる。

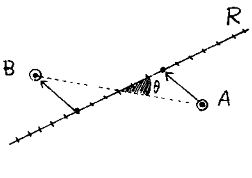


図-3

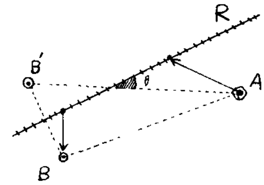


図-4

一方、先の基本モデルの総時間に固定時間が加わる場合を考えてみよう。たとえば乗継時間、待ち時間、固定費用など距離とは独立な一般化された時間を、それぞれT_{10}, T_{20}としよう。

$$G_{12} = G + T_{10} + T_{20} \quad (Gは(5)式)$$

$$G_2 = G_{P_1=0} + T_{20} = T_2 D + T_{20}$$

この$G_{12}(P_1)$とG_2の関係が図-5に示されている。結局$\overset{*}{G}_{12}$とG_2の大小関係が加わって、表-1のようにケース分類がなされるが、混合トリップは$T_1/T_2 \leq \cos\theta$, $\overset{*}{G}_{12} \leq G_2$の場合にのみ生起する。この場合、注目すべきは、生起条件に起終点間距離Dが含まれてくることである。

表-1	$T_1/T_2 \leq \cos\theta$	$T_1/T_2 > \cos\theta$
$\overset{*}{G}_{12} \leq G_2$	最小混合経路が存在しそれが選択される	最小混合経路が存在せず、直接的バス利用
$\overset{*}{G}_{12} > G_2$	最小混合経路は存在するが、それより直接バス利用時間の方が小	同上

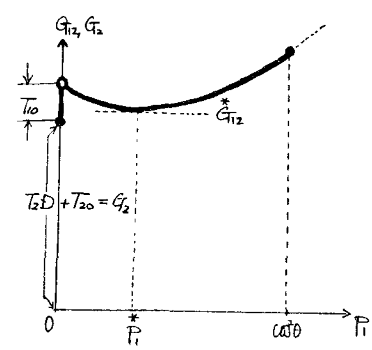


図-5 : 固定時間を含む場合の総時間関数

3. おわりに

本稿では基本モデルの説明を中心に行なった。モデルの性質、挙動等は講演時に示す。

参考文献

(1) Goodwin, P.B., "Travel By A Combination of Mode", Proceedings of the Sixth International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Sydney, 1974

(2) 近藤, 宮崎, "モーダルミクス手法を用いた混合トリップの考察" (投稿中)