

## 旅客ターミナルの機能に関する一考察

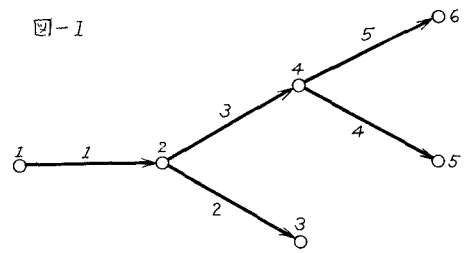
京都大学 正員 天野光三

京都大学 正員 ○ 青山吉隆

1) はじめに 一般にターミナルは交通機関相互の中継点であり、そこでは貨物や旅客の積換や乗換がこなわれている。この研究はこのようなターミナルの乗換施設としての機能を旅客ターミナルを例にとり、数量的に解析しようとするものである。

2) NetWork内のターミナル 旅客輸送における交通網はいくつかの node と、それらを連結した link よりなる。各 node にターミナルが位置し、link は輸送路線にあたる。そしてこの link と node よりなる回路網上を旅客が流動している。この NetWork にあって、いろいろの link を経て node に流入してくる交通量には、いろいろの異なる目的地をもつ旅客が混在している。このラスタムに混在している程度を示す量として「あいまいさ」を定義する。たとえば図-1 にあって、node 1 を発地とし、node 2, 3, 4, 5, 6 をそれぞれ目的地とする交通量があるとする。このとき link 1 の交通量には目的地が node 2, 3, 4, 5, 6 の旅客が混在しているのであいまいさがあり、link 2 の交通量には node 3 を目的地とする旅客だけが含まれておりあいまいさはない。同じように link 3 の交通量にはあいまいさがあり、link 4 と link 5 の交通量にはない。このように、いくつかの目的地をもつ旅客が混在している交通量には、それにとりなっている大きさのあいまいさがあり、この交通量が NetWork を流れるとき、いくつかの node でそのあいまいさが減らされて、

図-1

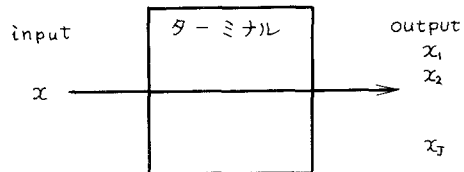


最後に目的地に到達するときにはあいまいさがなくなっているものと考えられる。

3) ターミナルの処理機能の数量的把握 つぎに先に述べた「あいまいさ」を情報理論を応用して数量的に把握することを試みる。

図-2

図-2 にあって、ターミナルに流入する交通量  $x$  には目的地 1, 2, ...,  $J$  をもつ旅客が混在しており、それがターミナルを経ることによって目的地ごとの旅客  $x_1, x_2, \dots, x_J$  に区分される。このとき input のあいまいさは、交通量  $x$  から、単位交通量を抽出したとき、それ



ほどの目的地をもつ旅客であるかを推定するとき「場合の数」の多さにもなって増大すると考えられる。すなわち input のあいまいさは  $x_j$  ( $j=1, 2, \dots, J$ ) の組合せの数に比例すると考えることができる。組合せの数は、 $x! / \prod_{j=1}^J x_j!$  であり、これを使い易くするために対数をとって変形すると結局、 $-x \sum_{j=1}^J p_j \log p_j$  (ここに  $p_j = x_j/x$ ) となる\*。同様にして

\* 印：天野・青山・藤田 都市人口分布形態に関する情報理論的研究 土木学会論集 No.142 June 1967, P.32

それぞれの link のあいまいさを計量すると、ターミナルに必要なあいまいさの減少量(必要処理機能)は「input のあいまいさ」—「output のあいまいさ」として求めることができる。さらに出発地  $i$  , リンク  $l$  を含めて式を展開していく。今出発地  $i$  より発生した link  $l$  上の交通量  ${}_l x_{i.}$  に、目的地  $1, 2, \dots, J$  をもつ旅客  ${}_l x_{ij}$  が含まれているとすると、 ${}_l x_{i.} = \sum_{j=1}^J {}_l x_{ij}$  (1) このとき link  $l$  上の出発地  $i$  からの交通量についてのあいまいさ  ${}_l K_i$  は、式(2)で求められる。

$${}_l K_i = -{}_l x_{i.} \sum_{j=1}^J {}_l p_{ij} \log {}_l p_{ij} \quad (2) \quad \text{ここに} \quad {}_l p_{ij} = \frac{{}_l x_{ij}}{{}_l x_{i.}} \quad (3)$$

よって link  $l$  上のあいまいさ  ${}_l K$  は出発地  $i$  について加えて、式(4)となる。

$${}_l K = \sum_{i=1}^I {}_l K_i = -{}_l x_{..} \sum_{i=1}^I {}_l p_{i.} \sum_{j=1}^J {}_l p_{ij} \log {}_l p_{ij} \quad (4)$$

$$\text{ここに} \quad {}_l x_{..} = \sum_{i=1}^I {}_l x_{i.} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J {}_l x_{ij} \quad (5) \quad , \quad {}_l p_{i.} = \frac{{}_l x_{i.}}{{}_l x_{..}} \quad (6)$$

ゆえに node  $n$  に流入する link の集合を  $L_I$  , 流出する集合を  $L_O$  とすると、node  $n$  の必要処理機能  $R_n$  は、式(7)で与えられる。

$$R_n = \sum_{l \in L_I} {}_l K - \sum_{l \in L_O} {}_l K \quad (7)$$

さらに出発地と目的地の間に存在する Network

内のすべての node に必要とされる総処理機能  $R$  は OD 交通量を  $x_{ij}$  とすると、

$$R = -x \sum_{i=1}^I p_{i.} \sum_{j=1}^J p_{ij} \log p_{ij} \quad (8) \quad \text{ここに} \quad x = \sum_{i=1}^I x_{i.} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{ij} \quad (9) \quad , \quad p_{i.} = \frac{x_{i.}}{x} \quad (10) \quad , \quad p_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{i.}} \quad (11)$$

であり、当然  $R = \sum_{n=1}^N R_n$  (12) が成り立つ。すなわちある任意の OD 交通量があると、それに対応して式(8)より、その OD 交通量の処理されるために必要な総処理機能  $R$  が決定される。そしてこの  $R$  をそれぞれの node にいかに分担させるかはその Network の System いかんによる。すなわちこの見地からすれば、Network とはターミナル機能を分担させるために必要とされる system であるといえる。

4) 計算の手順 まず OD 交通量の各 link への分布より  ${}_l x_{ij}$  を求める。これより式(3)から  ${}_l p_{ij}$  を求め、さらに式(2)より  ${}_l K_i$  を計算する。任意の  $i$  に対して  ${}_l K_i$  ( $l=1, 2, \dots, L$ ) は  $L$  行の列ベクトル  ${}_l K_i$  であらわされる。つぎに Network より node を行に、link を列にした Incident Matrix  ${}_l I$  をつくる。 ${}_l I$  の要素  ${}_l c_{nl}$  は、node  $n$  に link  $l$  が入るとき  $+1$  , 出るとき  $-1$  , node  $n$  と link  $l$  が結ばれていないとき  $0$  とする。出発地  $i$  からの交通量に対して、node  $n$  に必要とされる処理機能  ${}_l R_n$  の列ベクトル  ${}_l R$  は式(7)より、

${}_l R = {}_l I \times {}_l K_i$  (12) によって求められる。node  $n$  に必要なすべての出発地に対する処理機能  $R_n$  は  $R_n = \sum_{i=1}^I {}_l R_n$  (13) によって求められる。

5) 互恵性 ここでいうターミナル処理機能とは、上で述べたように OD 交通量の分布と Network の System により決まるものであり、いけばターミナルに荷せられる負荷である。この負荷をどのようにそれぞれのターミナルに配分するかということも Network の System に関連する興味ある問題である。また「あいまいさ」の量は具体的にどのような形で処理されているかを追究する実験的研究も今後に残された重要な課題である。