

徳島大学工学部 正員 青山吉隆
復建調査設計株式会社 正員 〇古字寛芳

交通体系について計画する際には、将来時点での輸送機関別分担率についての考察が必要である。そこで、本研究では、運賃、所要時間、容量、快適性の四つの要因を同時に考慮したモデルを開発し、それを利用して、最適な分担率を予測する方法について考察してみた。

まず最初に、本モデルは、利用者の輸送機関に対する評価を損失と考え、各利用者は、おのの自分にとって最小の損失の輸送機関を選択すると仮定する。

ここで損失 S は、次のようにおかれる。

$$S_{iej} = C_j + \omega_j t_j + \beta_j z_j$$

ここで ω_j , β_j はそれぞれ時間価値、混雑に対する評価価値で、それぞれある分布型をなしていると思われる。そこで、これを分割近似させて、各エレメント内の人々、同じ価値を有するとする。

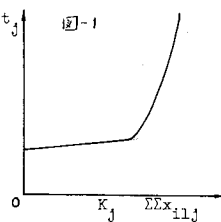
従来の研究より ω_j については、対数正規分布をなしていると仮定し、 β_j については、分布型が明らかになっていないので適宜に分布型を仮定して進めていく。

次に t_j は、所要時間で、混雑による遅れを考慮して次式のおく。

$$t_j = a_{j1} + a_{j2} \cdot \sum_i x_{iej} + a_{j3} (\sum_i x_{iej} / K_j)^{m_j}$$

ここで a_{j1} は自由走行時間、 K_j は容量、 x_{iej} は ω_j , β_j をもち輸送機関 j を選択する人の人数である。なお、

この式の意味するところは、 t_j 右図に示すように t_j は、容量 K_j までは需要に比例して一次的に増加し、容量以上になると級数的に増加するということを示している。



また C_j は、輸送機関 j の運賃、 z_j は混雑率で次式のように定式化する。

$$z_j = (\sum_i x_{iej} / K_j)^{m_j}$$

次に、ある層に属する人の n についての合計は、少なくともその層にいる人の期待値と同じであるという

制約で、次式のおかれる。

$$\sum_j x_{iej} \geq F_{ie}$$

ここで F_{ie} は、 ω_i , β_i をもつ人の人数の期待値で、それぞれの分割より容易に知られる。

また、需要が、容量を超過できないという制約で

$$\sum_i \sum_j x_{iej} \leq K_j$$

とおかれる。また x_{iej} は、人数 n で

$$x_{iej} \geq 0$$

という制約も加える。

次に、利用者全体が受ける損失 E は

$$E = \sum_i \sum_j S_{iej} \cdot x_{iej}$$

と表わせる。

ようするに、本モデルでは、分担率を次のように定式化された非線型計画の問題として解くことができる。

目的関数

$$E = \sum_i \sum_j S_{iej} \cdot x_{iej} \rightarrow \min$$

制約条件式

$$\begin{cases} \sum_j x_{iej} \geq F_{ie} \\ \sum_i \sum_j x_{iej} \leq K_j \\ x_{iej} \geq 0 \end{cases}$$

本研究で

は、この非

線型計画問

題を右のフ

ローチャー

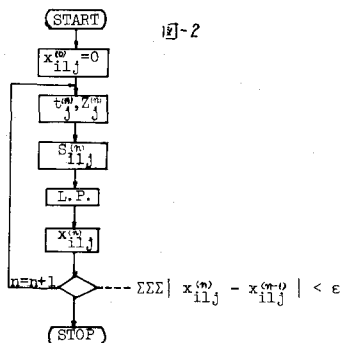
トに示すよ

うにL.P.の

繰返し計算

として行

った。



実際に、10つのOD間について計算してみたところ収束レー応の成功をみたと思われる。

各ODにつき主要な3種の輸送機関について分担率を予測したが新幹線、バスなどの公共輸送機関は、容

量い、ばい分担率を占め、本モデルにおいては、利用者の損失が小さく有利な輸送機関である。

これに比べ自動車は、すべて需要が容量を下回り、不利な輸送機関であるといえた。

次に、輸送機関の容量のシャドウプライス u_i は、輸送機関の容量を一単位増加することにより、目的関数の値、つまり利用者の損失を u_i だけ減少することを意味している。

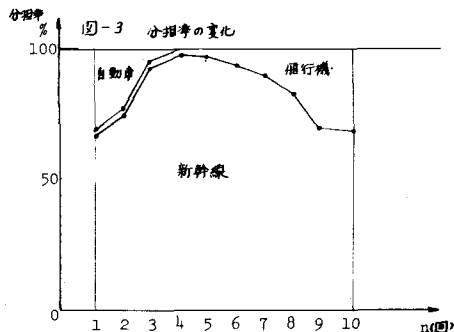
つまり、容量を一単位増加するのに要する費用がわかれば、この u_i と比較することにより、その投資が、経済的にみて有利かどうかを示唆を与えることができる。

また、この u_i を利用して、本モデルにおいて、もし利用者の損失を最小にするといった観点から、交通体系の最適化を考えるならば、 u_i が0であれば、つまり容量いっぱいに需要のある輸送機関の容量を漸次増加させていき、すべての輸送機関の u_i が、0となったときの分担率を、最適分担率と考えることができる。

つまり本モデルの

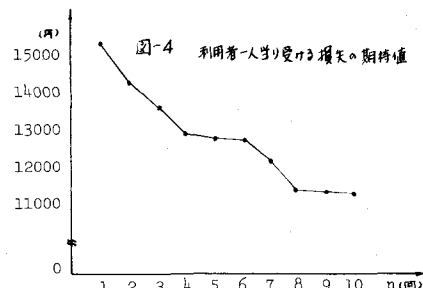
$$\sum_i \sum_j x_{ij} \leq c_{ij}$$

という制約条件式は、容量いっぱいのために利用者が不利な輸送機関を選択しなければならないということも表わしている。そこで、この制約をゆるめ、容量のシャドウプライス u_i が発生している輸送機関を整備して、利用者が、その人自身にとって最も有利に損失が最小の輸送機関を選択できるという状態にすれば、輸送機関の利用者に対する効用は、最大となるであろうと考える。ケーススタディとして東京→大阪についてシャドウプライスが発生している新幹線、飛行機の容量を漸次増加させてみた。その時の分担率の変化の様子を下図に示す。



なお、図の横軸のnは、容量増加回数である。

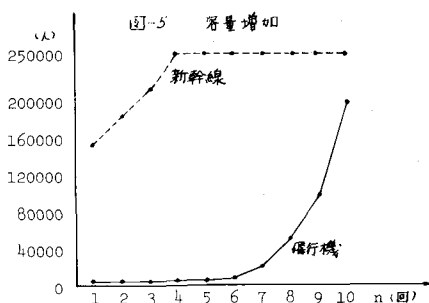
次に利用者一人当りの損失の期待値の減少の様子を図示してみた。



図のn=10ですべての輸送機関の容量のシャドウプライスが、0となった。そして、この時の利用者一人当りの損失は、利用者の支払なければならない最小の損失を表わしている。

なお図より、損失は、15247円から11045円になり、利用者一人につき、この整備により4202円の便益があったといえる。

次に飛行機、新幹線の容量変化の様子を下図に示す。



上の図より飛行機、新幹線の容量の増加が、具体的な数字で表わされている。そこで容量を一単位増加するのに要する費用が、わかれば、この整備に要する総費用が、えられる。

この費用と前に述べた便益を比較することにより、この整備が、経済的に有利かどうかを考察することが可能である。

以上のように本研究で開発したモデルは、 u_i , P_i を仮定していることや、その他、いろいろの問題点とかかえているが、もし仮定どおり利用者、経済的行動をし、利用者の損失の期待値が、現実をよく反映していれば、交通施設整備計画に対して有効な手段となるのでは、なからうかと思われる。