

時間帯別均衡配分による金沢都市圏への LRT 導入効果分析

金沢大学土木建設工学科

○ 高御堂順也

金沢大学大学院自然科学研究科 正会員

中山晶一郎

金沢大学大学院自然科学研究科 フェロー

高山 純一

1. はじめに

現在、都市内の公共交通手段としてはバスが主な手段となっている。しかし、近年自動車交通が急速に普及したことにより渋滞に巻き込まれることが多く、バス交通の利用者数は年々減少傾向を示し、経営者側の運営も厳しいというのが現状である。そのためバスレーンをつくるなどの対策がとられてきたが限界があり、路面混雑の影響を受けない専用走行路を持つ新交通システムが検討されるようになった。

新交通システムとしては、モノレール、AGT、LRT、GWB(ガイドウェイバス)などが挙げられるが、中でも LRT(Light Rail Transit)は、建設コストも安価であり、動力が電気のために環境に対する負荷も小さい。そのうえバリアフリー車両であるので、段差が苦手なお年寄りでも、気軽に乗り降りすることが出来る。これらの理由により、LRT はいま注目されている交通システムの一つとなっている。

本研究は、現代の車社会のなかで、特に都市における公共交通の利用を促すために、バス以外にも新交通 LRT を含めた交通機関分担を考慮し、LRT 導入後(バスを含む)の公共交通利用意向を明らかにすることを目的とする。

道路の交通量や旅行時間が変動し、ばらつく原因には様々なものが考えられる。中山らは OD 交通量が正規分布に従うと仮定し、正規分布に従う交通量を配分する確率ネットワーク均衡を提案している¹⁾。

本研究では、このモデルを拡張し、残留交通量を考慮した、準動的均衡モデルの確立を目指す。その均衡モデルを金沢市のネットワークへ LRT の導入を想定して適用し、その妥当性、実用性などを確認することを目指す。

2. 本研究の基本モデル

OD 交通量を確率変数として表し、正規分布の OD 交通量を配分する。そして、OD 交通量の分散は平

均に比例すると仮定し、配分モデルにより、旅行時間、交通量、一般化費用を求める。モデルは分担・配分統合モデルを使用し、手段分担においてはロジット型を適用し、自動車利用者の配分はワードロップ均衡を拡張したモデルを用いて確定的に行うものとする。

(1) 交通手段選択モデル

手段選択はロジットモデルを用いて確率的に行う。マイカーと公共交通から、マイカーを選択する確率は以下の式で示される。

$$P_k^{rs,c} = \frac{1}{1 + \exp\{-\theta(c_k^{rs,tran} - c_k^{rs,c})\}} \quad (2-1)$$

$c_k^{rs,c}$: OD ペア rs 間第 k 経路のマイカー利用者の一般化費用

$c_k^{rs,tran}$: OD ペア rs 間第 k 経路の公共交通利用者の一般化費用

$P_k^{rs,c}$: OD ペア rs 間第 k 経路におけるマイカーの選択確率

θ : パラメータ

(2) 定式化

手段分担はロジット型を用いて確率的に、配分はワードロップ均衡を拡張したモデルを用いて確定的に行うものとする。定式化を行うと以下の式のように表わされる。

$$\begin{aligned} & \text{Find } (\mu^*, q^*) \in \Omega \\ & s.t. \quad \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs}} c_k^{rs,c*} (\mu_k^{rs,c} - \mu_k^{rs,c*}) + \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} c_{rs}^{tran*} (q_{rs}^{tran} - q_{rs}^{tran*}) \\ & \quad + \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \ln q_{rs}^{c*} (q_{rs}^c - q_{rs}^{c*}) \\ & \quad + \frac{1}{\theta} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \ln q_{rs}^{tran*} (q_{rs}^{tran} - q_{rs}^{tran*}) \geq 0 \\ & \quad \forall (\mu, q) \in \Omega \end{aligned} \quad (2-2)$$

ここで

μ : 期待経路交通量のベクトル(その要素は $\mu_k^{rs,c}$)

q : 期待分担交通量のベクトル(その要素は q_{rs}^c, q_{rs}^{tran})
 Ω : リンク交通量, 分担交通量パターンの実行可能集合
 $c_k^{rs,c}(\cdot)$: OD ペア rs 間第 k 経路における自動車の経路一般化費用関数
 $c_{rs}^{tran}(\cdot)$: 公共交通の経路一般化費用関数
 $\mu_k^{rs,c}$: OD ペア rs 間第 k 経路における自動車交通量の平均値
 q_{rs}^c : OD ペア rs 間の自動車分担交通量の平均値
 q_{rs}^{tran} : OD ペア rs 間の公共交通分担交通量の平均値
 μ^* : 均衡解の期待経路交通量のベクトル(その要素は $\mu_k^{rs,c*}$)
 q^* : 均衡解の期待分担交通量のベクトル(その要素は $q_{rs}^{c*}, q_{rs}^{tran*}$)

3. 準動的統合モデルへの拡張

時間帯別準動的配分モデルは, 1 日を 1 時間ごとの時間帯に分け, 各時間帯内では定常状態を仮定し, 時間帯間では状態が遷移して行くことを考慮したモデルである. このモデルを用いることにより, より現実に近い状況で配分計算を行うことが可能となる. 時間帯別準動的配分モデルは以下の仮定を満たす必要がある.

仮定 1: 時間帯の幅 > 最長トリップ幅を満足する.

仮定 2: 各 OD 交通量はセントロイドから同一時間帯中に一様に発生し, 経路上に一様に分布する.

これを満たす OD について, OD 修正法²⁾を用いて適用を行う. OD 修正法の特徴は, ある時間帯に出発地ノードを出発したサンプルがその時間帯に目的地に到達できず, 経路上に残ってしまった車を残留交通量とみなし, 次の時間帯のサンプルとして扱うことができるところが挙げられる. 具体的には 7 時発のサンプルが 100 台あり, 8 時までに目的地に着かないサンプルが 40 台ある場合, 残った 40 台の交通量を平均化すると, 20 台が残留交通量であるとみなされ, 100 から 20 を引いた 80 台を 7 時台のサンプル, 20 台を残留交通量として 8 時台のサンプルとしてみなす, といった方法である.

4. 単純なネットワークでの適用

以下の単純なネットワークに手段分担をロジット型で, 配分を確定的に行った時間帯別準動的配分モデルを適用する.

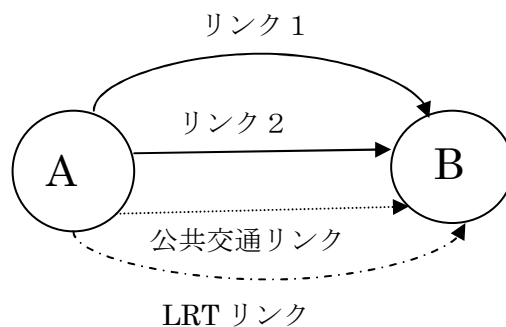


図-1 単純ネットワーク

5. 金沢ネットワークへの適用

金沢都心軸に LRT が導入された場合を想定した適用を行い, 導入前と導入後と比較することにより導入効果を示す. 図-1 に LRT が導入された場合の適用ネットワークを示した. ノード数が 178, リンク数が 489 である.

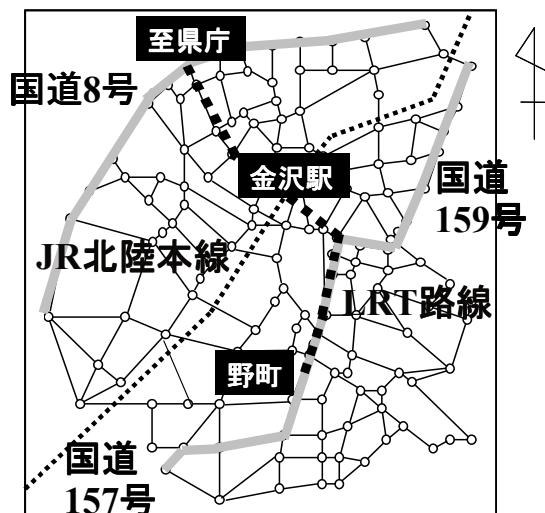


図-2 金沢都市圏の公共交通ネットワーク

6. おわりに

本研究では準動的配分を用いて LRT の導入効果を分析した. また, 現在の作業段階は単純ネットワークでの計算を行っている段階であり, その結果が出次第, 金沢ネットワークについての計算を行う予定である. 詳細な計算結果については講演時に発表する.

参考文献

- 1) 中山晶一郎, 高山純一, 長尾一輝: 道路利用者のリスク態度を考慮した金沢道路ネットワークの均衡分析, 第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集, on CD-ROM, 2004.
- 2) 道路交通需要予測の理論と適用「第 II 編 利用者均衡配分モデルの展開」, 土木学会