

改良ロジットモデルを用いた金沢山側環状開通後の経路選択行動分析

金沢大学 工学部土木建設工学科

学生員 ○ 市瀬 理紀

金沢大学 環境デザイン学系

正会員 中山晶一郎

金沢大学 環境デザイン学系

フェロー 高山 純一

1. 研究の目的と概要

2006年4月、かつてから計画が練られていた山側環状道路が金沢市に開通した。この山側環状道路は起点を金沢市今町として白山市乾町までをつなぐ道路であり、道路延長は26.4kmで一部を除き4車線で構成されている。山側環状の全線開通により、地形的に分断されている区間（浅野川～小立野・涌波台地～犀川～寺町台地間）の交通アクセスは大幅に改善された。また、都心部における通過交通が山側環状に流出することで、自動車を利用するドライバーにとっては、快適な交通環境（旅行時間の短縮、交通渋滞問題の緩和、交通事故の減少）が提供されるのでその開通の影響は大きい。

本研究では山側環状道路開通後の経路選択行動を分析するために、交通量配分を行う。交通量配分を行うことで各リンク交通量を予測することが可能となり、それによりネットワークのサービス水準を知ることができる。そして、その配分結果を利用することにより、交通ネットワークの計画や評価を行うことが可能となる。

利用可能経路へのOD交通量の負荷（交通量の配分）は、当然人の経路選択行動規範に基づいて行う必要があるが、現在ある推計されたOD交通量データ（山側環状道路開通後金沢市道路ネットワーク7～8時データ：リンク数637、ノード数163）だけでは、利用者の行動論的根拠はない。そこで現実に見られる利用者の経路選択の多様性や不確実性に注目して、利用者の知覚に含まれる確率的な誤差を考慮した確率的利用者均衡を用いることで経路選択行動を把握したい。

Multinomial Logit（以下MNL）は各選択枝の誤差項が互いに独立であることを仮定しているが、一般的なネットワークでは経路間に多くの共有リンクが存在するため、各々のリンクの属性間の相関パターンは複雑となる。MNLをこのようなネットワークに適用するならば、リンクを共有している経路に対して非現実的なほど大きな交通量が負荷される。これがいわゆるIIA特性である。

本研究では、適切な交通量配分計算を行うため、IIA特性を緩和させる改良ロジットモデルを金沢市の道路ネ

ットワークに適用することで、より精度の高い山側環状開通後の道路利用者の経路選択行動を把握する。

大規模ネットワークにおける交通量配分計算では、リンクや経路選択枝数が膨大となるため、経路を列挙する方法では配分計算のコストが非常に大きくなる。そこで、今回は経路を明示的に扱うことなくリンクベースで交通量を配分できる方法としてのDialのアルゴリズムを用いることとする。

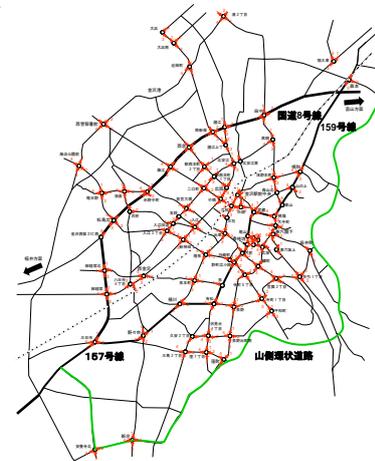


図-1 金沢市道路ネットワーク

2. 改良ロジットモデルの使用

IIA特性の緩和には改良型のロジットモデルを用いる。現在私が確認している改良ロジットモデルにはNested Logit(NL), C-Logit, Path-Size Logit(PSL), Paired Combinatorial Logit(PCL), Cross Nested Logit(CNL), Implicit Availability Perception Logit(IAPL), Generalised Nested Logit(GNL), Mixed Logit(ML), Heteroscedastic Extreme Value Logit(HEV), Error Components Logit(ECL), などの様々なモデルがあり、すでにこれらを体系的にまとめた論文も発表されている(羽藤¹⁾, 三輪, 森川ら²⁾)。しかしながら、これらは大規模ネットワークに適用が困難であるモデルも多い。また、これらのモデルのほとんどが経路間の重複の表現を行っているので、リンクごとの交通量を推計するDialのアルゴリズムでは、その適用は困難である。

そこで、兵藤³⁾やRusso, Vietta⁴⁾はDialのアルゴリ

ズムに適用可能で、リンク単位で重複経路数に応じた補正を行うことができるモデルとして、それぞれ PSL と C-logit を改良したモデル (以下、DPSL, DC-logit) を作成している。また、兵藤は DPSL の PS 値が経路長と無相関となる方法として、DPSL をさらに改良したモデル (以下 DPSL*) を作成している。

まず、PSL と C-logit の式を示す。ふたつの式ともに効用関数の確定項に各経路間の類似性を表現する変数 ($\beta_0 PS_k$, CF_k) を組み込んでいることが分かる。これらは MNL と同様の構造をしているので、適用が容易である。

$$P_k = \frac{\exp(V_k + \beta_0 PS_k)}{\sum_{k \in K} \exp(V_k + \beta_0 PS_k)} \quad (3.1)$$

$$P_k = \frac{\exp(V_k - CF_k)}{\sum_{k \in K} \exp(V_k - CF_k)} \quad (3.2)$$

次に DPSL, DC-logit, DPSL* の Link(i,j) に対する補正式をそれぞれ示す。

$$PS_{ij} = \frac{L_{ij}}{L^{\min}} \ln \left[\frac{1}{N_{ij,od}} \right] \quad (3.3)$$

$$cf_{ij} = \beta_0 \frac{L_{ij}}{L^{\min}} \ln N_{ij,od} \quad (3.4)$$

$$PS_{ij}^* = \frac{L_{ij} \ln \left[\frac{1}{N_{ij,od}} \right]}{L^{\min} - \frac{1}{\theta} \cdot \ln \left(\frac{q_{ij}^*}{N_{ij,od} \cdot \max[q_{ij}^*]} \right)} \quad (3.5)$$

$N_{ij,od}$ はある OD ペアにおいて Link(i,j) を通過する経路数、 L_{ij} はリンク旅行距離(時間)、 L^{\min} は最短認識距離(時間)、 q^* は Dial 計算の直前に θ に適切な値を設定して得られた有効リンクの選択確率を表す。これらの Link(i,j) に対する補正式の和が式(3.1)、式(3.2)における経路の補正式となる。なお、Russo が仮定した DC-logit は、DPSL と表記の方法が異なるものの、式の持つ意味が同じということが分かる。

次に、上記の補正式を Dial のアルゴリズムの計算式に組み込む。例えば、DPSL の場合、リンク i における経路 k の選択確率は、以下の(3.6)式のように表現できる。

$$w_{ij} = W_i \cdot \exp \left[-\theta (c_i^* + c_{ij} - c_j^* + \beta_0 PS_{ij}) \right] \quad (3.6)$$

$$W_j = \sum_i w_{ij}$$

ここで、 w_{ij} はリンク・ウェイト、 W_i はノード・ウェイト

と呼ばれる。 c_{ij} は、Link(i,j) のコストを示す。 c_i^*, c_j^* はノード間の最短経路を表す。 w_{ij}/W_j は起点 r から、リンク ij を経由して、ノード j に到達するトリップの確率を示す。ここに OD を与えることで交通量を推計することができる。

3. 金沢市道路ネットワークへのパラメータ推定と交通量推計

改良型のモデルを用いて配分を行った後、適切なパラメータを設定するためにもデータを比較する必要がある。データの比較は平均二乗誤差 (MSE) を用いることとする。また、RMSE% は推計値と実測値がどれだけ離れているかを百分率で表しており、この値が小さいほど推計値は実測値に近くなる。

$$MSE = \sum_i (f_i - f_i^*)^2 / Z \quad (4.1)$$

$$RMSE\% = 100(MSE)^{0.5} / (\sum_i f_i^* / Z) \quad (4.2)$$

ここで、 Z はネットワークの総リンク数、 f^* は観測リンク交通量、 f は推計リンク交通量である。

入手できるデータとして、山側環状道路開通後のリンク交通量の実測値があるので、こちらを比較の対象とする。その後、推計したデータから実際の交通量データに一致するようにパラメータの推定を行い、交通量配分を行う。パラメータ推定後、改良型のロジットモデルが金沢市にどれほど適用可能であるかを評価する。

参考文献

- 1) 羽藤英二：「ネットワーク上の交通行動」, 土木計画学研究・論文集, Vol.19-1, pp.13-27. 2002.
- 2) 三輪富生, 森川高行, 倉内慎也：「プローブカーデータを用いた動的な経路選択行動に関する基礎的分析」, 土木計画学研究・論文集 Vol.22, No.3, pp.477-486, 2005.
- 3) 兵藤哲郎：「大型貨物車走行経路のモデル分析, テクニカルレポート」 (http://www2.kaiyodai.ac.jp/press/h1805_shiryo.html), 2006
- 4) Russo and Vietta : An assignment model with modified Logit, which obviates enumeration and overlapping problems, Transportation30, pp.177-201. 2003