

人口変化による 名古屋市営地下鉄利用者数変化の予測

2002MM090 住田 知之

指導教員 伏見 正則

1 はじめに

現在、日本では出生率・死亡率の低下により少子高齢化が急速に進んでいる。これに伴い日本の人口の減少、特に生産年齢（15～64歳）人口は減少すると予測されている。名古屋市の生産人口も年々減り続け、2000年には人口の70.1%から2030年には61.2%まで減少する。さらに、2000年の生産年齢人口と比較すると2030年のそれは77%まで減少すると予想されている。

一方、名古屋の市営地下鉄は2004年環状線が開通し、通勤・通学的手段として広く利用されている。そのため地下鉄の利用者は今後、少子高齢化の影響を受け変化すると考えられる。今回の研究では、人口の変化を用いてOD（起終点）交通量を推計するモデル構築が目的である。

2 交通量配分問題

鉄道や道路を利用して利用者の目的地までの移動を考えると、各利用者は所要時間、混雑度、料金などのネットワーク上のコストを考える。各利用者が各々の判断に従い経路を選択するとネットワーク全体としてバランスがとれた状態（均衡状態）になる。

2.1 Wardropの第1原則

利用される経路の旅行時間は皆等しく、利用されない経路の旅行時間よりも小さいか、せいぜい等しい。

全ての利用者は常に旅行時間を最小とするよう行動する。

利用者は常に利用可能な経路についての完全な情報をもっている。

という前提条件の下で成立する。

2.2 非線形最適化問題の定式化

交通量配分問題は非線形最適化問題として以下のように定式化される。

$$\text{最小化} \quad Z = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(w) dw \quad (1)$$

制約条件

$$\sum_{k \in K_{rs}} f_k^{rs} - Q_{rs} = 0 \quad \forall (r, s) \in \Omega \quad (2)$$

$$x_a = \sum_{k \in K_{rs}} \sum_{(r,s) \in \Omega} \delta_{a,k}^{rs} f_k^{rs} \quad \forall a \in A \quad (3)$$

$$f_k^{rs} \geq 0, x_a \geq 0 \quad (4)$$

変数定義

f_k^{rs} : OD(r, s)間第 k 経路の経路交通量

Q_{rs} : OD(r, s)間分布交通量

x_a : リンク a のリンク交通量

A : リンク a の集合

Ω : OD(r, s)集合

$t_a(w)$: リンク a のリンクコスト関数

K_{rs} : OD(r, s)の有向経路集合

$\delta_{a,k}^{rs} = 1$: OD(r, s)間第 k 経路がリンク a を含む時

$= 0$: OD(r, s)間第 k 経路がリンク a を含まない時

3 利用データ

今回の研究では、文献 [5] より名古屋圏の通勤範囲が名古屋市の中心より半径30km以内であることから、この範囲内の市区町村で地下鉄に接続する各社路線の沿線に位置する53の市区町村、約580万人を対象とした [図1]。

また、地下鉄のデータは名古屋市交通局が環状線開通後の2004年11月に調査したものを利用するが、利用者の年齢、居住地のデータがない。そのため、居住地は駅の所在地の人口変化率を、他線との乗換駅である駅の場合は駅の所在地と、その乗換線の沿線の市区町村の人口変化率を用いる。年齢は、大都市交通センサス [中京圏] のデータより年齢別の鉄道利用率を算出したものを利用する。

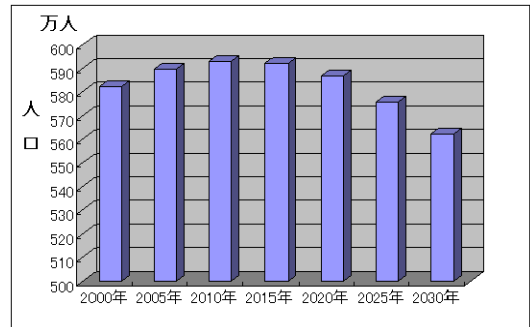


図1 対象地域の将来推計人口

4 将来 OD 交通量の推計

4.1 推計方法

将来推計人口より、市区町村・年齢別人口変化率を算出する。人口変化率とは2000年の人口を1としたときの対象年の人口の割合である。年齢データは大都市交通センサスのものを利用するため、その年齢区分に従い算出する。

名古屋市交通局の駅間相互発着表より対象駅の2004年の乗車数と市区町村・年齢別人口変化率の積を5年毎に

集計し交通量を推計する。集計結果より地下鉄の総利用者数、駅別、路線別の利用者数の経年変化を調べる。また、地下鉄のネットワークは現在と変化しないと仮定する。

4.2 推計結果

図1に示したように対象地域の人口は2010年にピークを迎えるが、生産年齢人口は毎年減りつづける。3.1節のモデルに従い推計を行った結果、2000年に55万4千人いた利用者は2030年には約45万4千人となり、地下鉄の総利用者は約18%減少する[図2]。

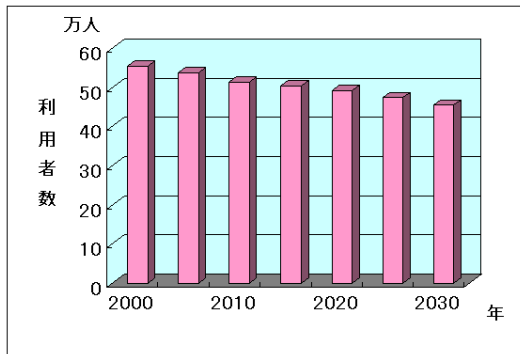


図2 総鉄道利用者数予測

また、駅別の利用者数を見てみると、人口の減少が激しい名古屋市の南区、中村区、熱田区に位置する駅で乗車数はかなり減少する。しかし、降車数はいろいろな地域より人が移動してくるため地域によつての差はあまり見られない[表1]。

表1 駅別の乗車数・降車数の例

駅名	乗車数		降車数	
	2000年	2030年	2000年	2030年
本陣	3466	1859	3341	2711
鶴里	1334	691	1198	949
野並	8561	9274	7892	6102
赤池	4110	9207	3954	3299

路線別の利用者では、地下鉄の6路線全てで利用者は減少する。しかし、名古屋市の東部に位置する市町村は人口が増加するため、名古屋市東部から中心に向かう路線では一部利用者の増加が見込まれる部分がある。

5 利用者均衡配分

前章で求めた結果をもとに、2000年から2030年までのOD交通量を5年毎に利用者均衡配分する。今回、電車のリンクのリンク関数として以下のBPR関数を用いる。

$$\phi_a(x_a) = t_a \left(1 + \gamma \left(\frac{x_a}{c_a} \right)^\alpha \right) \quad (5)$$

ここで、

c_a : リンク a の容量 (電車の定員)

$\alpha > 0, \gamma > 0$: パラメータ

であり、文献[1]より、 $\alpha = 4.5, \gamma = 0.1$ とした。

まず、モデルの検証を行うために、実データと利用者均衡配分との間の相関係数を求めたところ 0.978 となりとても強い相関があることがわかった。

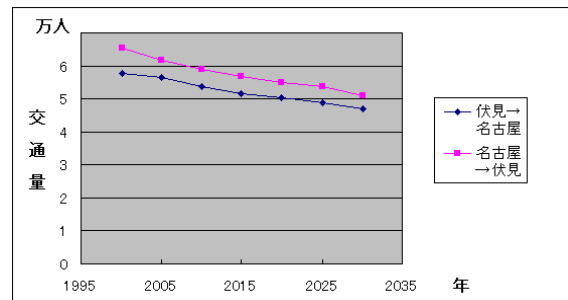


図3 リンク交通量の例

利用者均衡配分を実際に行つて、ネットワークとしてバランスのとれた状態になるため分布に大きな変化は見られなかった。図3の例に示すように利用者数の減少に伴い、リンク交通量も単調に減少するリンクが多かった。しかし、減少の幅は地域によつて差があるため、リンク交通量の減少率も地域によつて差がでた。特に、鶴舞線では郊外からの利用者が多く、減少率は最低で、一部のリンクでは交通量が増加するところもあった。

6 おわりに

今回の研究では少子高齢化による人口の変化に着目し研究を行った。そのため、ネットワークは今後変化しないと仮定した。しかし、実際は一部の路線で延伸は決まっており、路線のネットワークの変化による利用者数の変化は大きいと予測される。そこで、人口の変化と共に、ネットワークの変化も考慮する必要である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なご助言、ご指導をいただいた伏見正則教授に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 田口 東：時間依存利用者均衡配分による首都圏電車利用モデル，第16回 RAMP シンポジウム，358-371，2004.
- [2] 川口真由：均衡配分を用いた少子高齢化による鉄道利用変化予測，中央大学理工学部情報工学科卒業論文，2004.
- [3] 松井 寛 ほか：交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解法 - ，社団法人 土木学会，1998.
- [4] 日本統計協会：市区町村の推計人口，1995.
- [5] 国土交通省：平成12年大都市交通センサス，2000.