

# 名古屋市営地下鉄環状線完成後の利用変化の予測

2000MM017 位田 英二 2000MM077 齋藤 一哉

指導教員 伏見 正則

## 1 はじめに

### 1.1 研究目的

今日、多くの交通施設整備がその採算性の問題からその是非を問われているが、その原因として過大な需要予測が挙げられる。[1]

名古屋市でも現在、平成16年度開通予定として名古屋大学～新瑞橋の区間で名古屋市初となる地下鉄環状線が建設中である。本研究の目的は、現在建設中である名古屋市の地下鉄環状線を取り上げ、環状線建設後における利用変化の予測、そして環状線ができたことによってどれほど混雑状況の緩和につながるのかを考えることである。

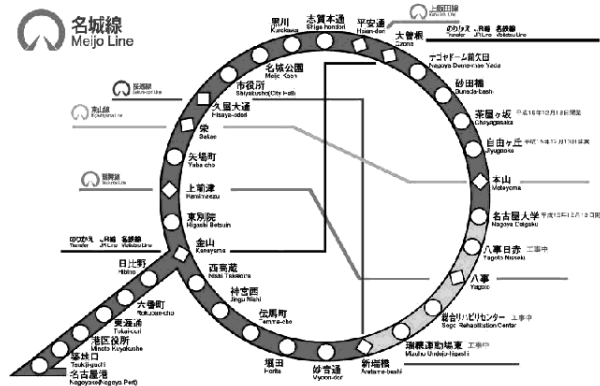


図 1: 名城線完成予定路線図[6]

## 2 方法

### 2.1 データ説明

そこでまずは平成12年大都市交通センサス[3]のデータを用いて利用者の流れを調べた。このデータは、平成12年の10月23日～27日の5日間に中京圏内でバス・鉄道など公共交通機関を利用した人を対象に調査を行ったもので乗降車駅や乗降車時刻などが細かく調べてあるものである。今回利用するのはその中の名古屋市営地下鉄の定期券購入者、定期券利用者を対象としたデータであり、地下鉄の利用者がどのような経路をたどって目的地に向かっているかがわかるものである。データ自体はただの数字の羅列となっており、これをプログラムにより見ることのできる状態にしたところ、利用者の流れだけを見るのには適切であったが、調査対象が定期券利用者だけにしぼられるため、実際に地下鉄を利用している人数を把握するには至らなかった。そこで名古屋市交通資料センターにある地下鉄利用者のOD表[4]を参考にすることとした。このデータは自動券売機によって地下鉄利用者の出発駅と目的駅を調べたものである。したがって乗降車駅はわかるが、乗り換えを考慮した利用経路はこのデータからは見ることができない。そこで利用者がどのような意志決定の基で利用経路を決めているかを簡単なモデルとし

### 1.2 現在の名古屋市地下鉄

名城線は2003年12月13日に砂田橋～名古屋大学区間が新たに開通したが、本研究ではそれ以前の地下鉄の路線を扱っている。2003年12月13日以前の名城線は、Y字型の路線を形成しており、このうち2号線(大曽根～名古屋港)は全通しているものの、4号線(金山～大曽根)については全通しておらず、中間部分の新瑞橋～砂田橋が切れて、両端である金山～新瑞橋と大曽根～砂田橋だけという、路線としては中途半端な状態になっていた。名古屋大学～新瑞橋の区間は現在も建設が進められており、平成16年度開通予定となっている。最終的に4号線の全区間が開通すると、図1の路線図のように名城線は2号線の一部と4号線の全線で輪を形成することになる。路線の愛称は2号線の大曽根～金山間及び4号線によって形成される環状部が名城線、2号線の金山～名古屋港間が名港線となる。4号線の全通により、環状線によって他線と2箇所接続し、かつ市街中心部から東寄りにも乗換駅が出来るということで、地下鉄路線の利便性が大幅に改善されることが期待されている。[2]

て考え、実際の流れとし、それをもとに環状線完成後の利用状況を予測する。なお、これから説明する一連の作業分担については同一の作業を2人で分担するという形をとっている。

## 2.2 最短距離経路

まずもっとも簡単なモデルとして、すべての地下鉄利用者が目的地までの距離が最も短くなるような経路をたどるというモデルを考える。なお最短距離経路を求めるアルゴリズムはダイクストラ法を用い、駅間の距離については名古屋市交通局のホームページ[5]の資料に載っているものを参考にしているものとする。そして、すべてのOD区間に対して経路を求め、その経路に含まれるすべての区間に名古屋市交通局の地下鉄OD表の人数を足し、それにより混雑を見ることとする。

しかしこの方法でモデル化を行うと、乗り換え時間や乗り換えの手間のことを考慮にいれないため利用者は単純に最短距離に基づいて行動してしまい、たとえ乗り換えをせずに目的地まで移動できるような場合であってもわざわざ乗り換えを行って移動してしまう。そのため、実際の利用状況を表すモデルとしてはあまり適切でないことが容易に想像できる。

## 2.3 最小時間経路

前節で述べた乗り換えの手間や時間が考慮されていないという問題を解消するために、今度は利用者の意志決定の判断基準が目的地まで最小の時間で到着するというモデルを考えた。今回のモデルでは、乗り換えをした場合も時間がかかることとして考えている。したがって利用者はなるべく乗り換えをする手間を省き目的地までたどるというモデルになっている。

ただし、このモデルは前節の最短経路の枝の重みを変更しただけでは、乗り換えの部分が表現できない。もし今までのやり方で行うと、乗り換えをしたときに条件をつけて乗り換え時間を加算しなくてはならない。例えば名古屋駅で乗り換えるとなると、亀島 名古屋 国際センターと乗り換えをする場合は名古屋での乗り換え時間を加算するといった方法である。そこで乗り換えを考慮した場合でもダイクストラ法で簡単に解けるように図2のように工夫を施した。これは1つの乗り換え駅を2つに増やすことによって、今までと同様、

枝の重みを変えるだけで最短経路を求めることができるという方法である。具体的に名古屋駅を取り上げて考えてみると、名古屋駅を東山線の名古屋駅と桜通線の名古屋駅の2つに分けることにし、乗り換えをする場合は東山線の名古屋駅から桜通線の名古屋駅に移動するという方法である。

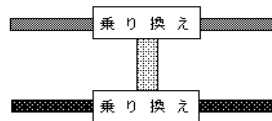


図 2: 乗り換え改善後

しかしこの方法をとった場合、1つの乗換駅を路線ごとの2つの駅に増やしているため、その乗換駅に向かう経路も路線ごとの2つに増えてしまう。例えば、高畑駅から名古屋駅へ向かう場合を考えると、

1. 高畑駅から東山線の名古屋駅
2. 高畑駅から桜通線の名古屋駅

の2つに増えてしまうということである。そこでこのような場合は、移動時間が小さくなるほうの経路を選択するというかたちで行うことにした。

## 3 ダイクストラ法の改善

初めに、最短距離モデル、最小時間モデルを解くために用いてきたダイクストラ法のプログラムというのは、たとえ最短距離（最小時間）の経路が複数存在していてもプログラムの都合上表示することが出来なかった。そのため、初めのモデルでは目的駅まですべての人が1つの経路で移動するというものになってしまったが、実際の利用状況を考えるとそのモデルは適切でないことが容易に想像できる。環状線建設後を考えると名城線が環状化することにより、目的地まで右回りや左回りで向かう利用者が考えられる。よって、環状線完成後の利用状況の予測をするにあたってこの問題はさらに重要な問題であると考えられる。そこで、最短経路が複数ある場合はそれらの経路を全て表示し、利用者は個々に複数ある経路のうちそのなかの1つの経路をたどるというモデルを新たに考えた。また、そのモデルの実行にあたって、OD区間の経路が複数あった場合、そのOD区間人数の一人一人に対し、乱数を用いてどの経路をた

どるかを定めるということとした。

## 4 組み合わせ

今までモデル化してきた最短距離モデル、最小時間モデルではすべての人が時間または距離の意思決定のもとに移動しているという形になっているが、実際はすべての人が同じ意思決定のもとに移動しているとは考えにくい。そこで最短距離モデル、最小時間モデルを組み合わせたモデルを考え、距離が最短となるような経路を選択している人が何%、時間が最短となる経路を選択している人が何%いるというように考える。

### 4.1 最小自乗法

最短距離モデル、最小時間モデルの組み合わせを考えるにあたって、最小自乗法を用いて行うこととする。最短距離、最小時間の各モデルを基にして求めた駅区間人数と名古屋市交通局の区間人数を最小自乗法であてはめる。具体的な説明を以下に示す。

$a_i$  : 最短距離経路での駅区間人数

$b_i$  : 最小時間経路での駅区間人数

$c_i$  : 名古屋市交通局の駅区間人数

$\alpha$  : 最短距離経路への重み

$\beta$  : 最小時間経路への重み

$k$  : 駅区間数

$i = 1, 2, \dots, k$

$$\text{目的関数} : \min \sum_{i=1}^k (\alpha a_i + \beta b_i - c_i)^2$$

このようにして目的関数が最小となる $\alpha$ 、 $\beta$ を求め、 $\frac{\alpha}{\alpha + \beta}$ と $\frac{\beta}{\alpha + \beta}$ を考え、どれくらいの人が最短距離に基づき、またどれくらいの人が最小時間で移動しているかを見る。そして環状線完成後も利用者が先ほど求めた割合で移動すると仮定して、予測を行うこととする。

表 1: 最小自乗法結果

	単一経路	複数経路
距離 (%)	0	45
時間 (%)	100	55

## 5 環状予測

複数経路表示の組合せモデルで環状予測を行った結果、環状前の路線からどのくらい混雑が緩和されるかを表すグラフを示す。尚、これらのグラフはマイナスの値の時はそれだけ緩和され、プラスの値のときはそれだけ混雑するというを表していることとする。

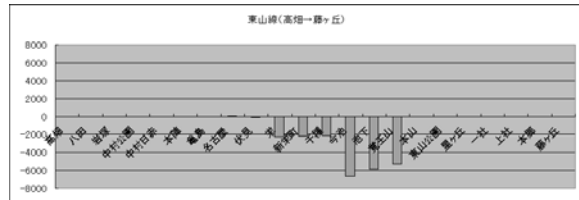


図 3: 環状線組合せ複数モデル東山線

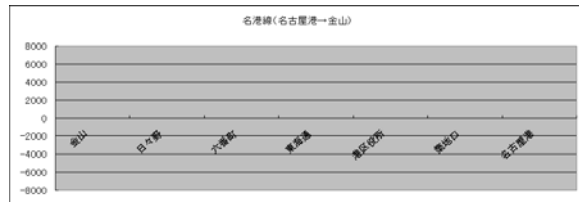


図 4: 環状線組合せ複数モデル名城線

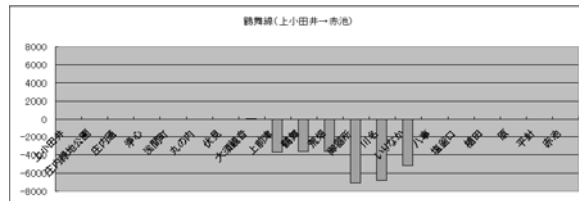


図 5: 環状線組合せ複数モデル鶴舞線

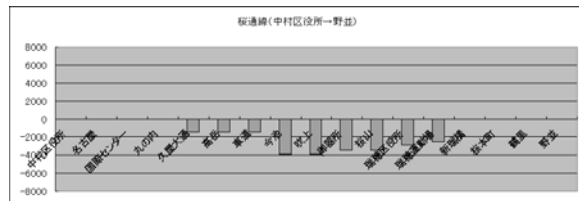


図 6: 環状線組合せ複数モデル桜通線

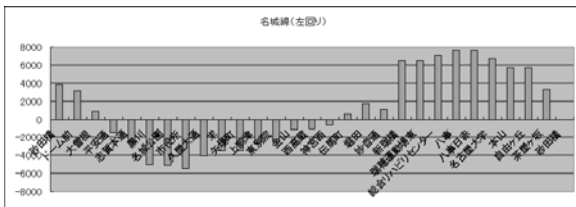


図 7: 環状線組合せ複数モデル名港線

## 6 考察

グラフより、環状線が完成すると多くの区間で区間人数が減少していることがわかる。東山線の名古屋～伏見間などで微量の増加が見られる区間があるがこれは乱数を用いたことによる誤差である。また、名城線では区間人数が増加しているが、今まで路線の端であった砂田橋駅、ナゴヤドーム駅は路線の途中の駅になるため、通過する人が増えるからである。他の名城線の駅は新設駅であるのももとの区間人数がゼロであるために増加するという結果になっている。最も混雑が緩和される区間は御器所～川名間、続いて川名～御器所間、川名～いりなか間となっているが、これらの区間はもともとそれほど混雑していない。もともと混雑している区間は名古屋～伏見間、伏見～名古屋間、栄～伏見間、伏見～栄間であるが、これらの区間は環状線が完成しても混雑が緩和されることはないという結果になっている。

また、最短距離、最小時間それぞれの環状線建設後における利便性が向上する（最短距離、最小時間が短縮する）駅を考えると、名城線にある駅が多く存在するが、それ以外の駅を考えると、砂田橋～新瑞橋より東側に位置する駅が挙げられる。中でも、鶴舞線、東山線、桜通線の駅の順に利便性の向上が見受けられることが理解できる。つまり、現在の名古屋市営地下鉄網は、基本的に市街中心部で路線が交差する放射状の路線形態をとっており、かろうじて桜通線が他線と2箇所交差している状態になっているが環状線建設によって、名城線が他線と2箇所接続し、かつ市街中心部から東寄りにも乗換駅が出来るということに裏付けられた順位になっている。

## 7 おわりに

本研究をまとめると、名古屋市営地下鉄環状線は一部の駅利用者に対する利便性の向上と、利用

者数の増加につながり、混雑緩和にはそれほど効果がないという結果になった。

また今後の課題として残っているものをいくつかあげておく。混雑の予測を行うにあたって、今回は終日の人数として結果を出したが、ラッシュ時の予測の方が重要であると考えられる。しかし今回のモデルで必要とされるデータで時間別のものがなかったため、ラッシュ時の予測を行うことはできなかった。また、今研究では環状線完成後、新しい駅ができることによる利用者の増加を考慮に入れていない。このような需要予測を行うためには多くの時間が必要とされるため今回はそこまで取り組むことができなかった。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、たくさんの助言をしていただいた伏見正則教授に深く感謝します。

## 参考文献

- [1] 永松良崇：交通施設設備における需要予測の事後評価,  
<http://www.trans.civil.nagoya-u.ac.jp/thesis/h14/nagamax.pdf>  
平成15年2月
- [2] 地下鉄名城線への提言・名城線各駅案内,  
[http://www.express.homeip.net/t-furu/railway\\_html/meijo/meijo\\_line.htm](http://www.express.homeip.net/t-furu/railway_html/meijo/meijo_line.htm)  
平成15年10月
- [3] 平成12年度大都市交通センサス
- [4] 平成14年度名古屋市交通資料センターの資料
- [5] 名古屋市交通局,  
<http://www.kotsu.city.nagoya.jp/>  
平成15年10月
- [6] 名古屋市営地下鉄のご案内,  
<http://www.infonia.ne.jp/~scepter/subway/>  
平成15年12月