

東海環状自動車道完成後の利用変化の予測

2008MI133 蓑島良和 2008MI267 山田貴仁

指導教員：澤木勝茂

1 はじめに

1.1 東海環状自動車道とは

東海環状自動車道とは、名古屋市の周辺 30～40km 圏を結ぶ環状道路である。愛知県豊田市をはじめ、瀬戸市、岐阜県土岐市、関市、大垣市、三重県四日市市等の環状に連絡し、東名高速道路、名神高速道路、中央自動車道、東海北陸自動車道などとネットワークを結ぶ高規格幹線道路（高速道路）である。

また三重、愛知、岐阜の頭文字をとり、MAG ロードという愛称で呼ばれている。

現在、東回り（豊田東 JCT～関広見 IC）の約 75.9km の区間が開通している。そして、今回の研究の目的である西回りは、現在各地区で事業が進められており、IC（高富、岐阜、糸貫、大野・神戸、大垣西、養老、北西、大安、東員）の九箇所と JCT（養老、四日市北）の二箇所、計十一箇所の配置が予定されている。関広見 IC から四日市北 JCT までの区間約 84.1km を建設中である。また、2012 年 9 月までに大垣西 IC（東海環状自動車道）- 養老 JCT（東海環状自動車道）間が開通する予定で、2015 年には、四日市 JCT（伊勢湾岸自動車道）- 四日市北 JCT（東海環状自動車道）間が開通する予定である。

そして、2020 年には全線開通する予定であり、豊田東 JCT から四日市北 JCT までの区間がすべて繋がりを、総距離約 160km の新たな東海環状自動車道が完成する予定である。



図 1 東海環状自動車道 (2011 年現在)

1.2 西周りの利点

図 1 における西周り（点線部分）が 2020 年に新しく開通する部分である。

現在の東海環状自動車道の関広見 IC、開通時に繋がるのは関広見 IC から四日市北 JCT であり、この西周りが開通することにより沿線都市間の所要時間が大幅に短縮できるようになるということが大きな利点である。

現在、関市から三重方面まで高速道路で 80km/h の速度で向かうとすると、東海環状自動車道（東周り）を利用し、豊田東 JCT で伊勢湾岸自動車道に乗り換えて三重方面に向かう道が速い。現在は、約 100 分所要時間がかかるのだが、西周りが開通すると所要時間約 60 分となり、約 40 分短縮できることとなる。また、関西方面から北陸方面に向かう際に新たにできる西周りを利用することにより大幅に時間の短縮が見込むことができる。

1.3 研究目的

研究の目的は、東海環状自動車道の未完成部分（西周り）の各 IC の東海環状自動車道区間内の利用人口を既存の区間のデータから予測するとともに、開通後の新たな IC によつての既存区間の各 IC 交通量の変化も考える。本来ならば、すべての高速道路のネットワーク網を考慮して、分析を行いたいところだったが、ローカルなエリアで考えることも少なからずしも、開通後の交通量に変化を与えるものであり、重要だと考え、今回の研究を行うことにした。

2 説明

2.1 使用するデータ

本論文で扱うデータは以下の二つである。

一つ目は、平成 23 年 7 月の 1ヶ月間の東海環状自動車道の各 IC の出入り交通量（各 IC の軽自動車、普通車、中型車、大型車、特大車に分かれたものの台数のデータ）である。

二つ目は、中京都市圏パーソントリップ調査に基づくデータである。

パーソントリップ調査とは、交通の主体である「人（パーソン）の動き（トリップ）」を把握することを目的としており、調査内容は、どのような人が、どこからどこへ、どのような目的・交通手段で、どの時間帯に動いたかについて、調査日 1 日の全ての動きを調査し、都市圏内の交通実態を把握するためのものである。

- ・条件 1：すべての高速道路を考慮し、最寄りの IC を必ず利用する条件
- ・条件 2：他の高速道路は利用せずに、最寄りの東海環状自動車道の IC のみ利用する条件
- ・条件 3：東海環状自動車道圏内のみのデータを使用 IC を利用する人口は各市町村の統計データを参考に町丁

目別に人口を調べ、Google map で各市町村の役場や市役所、小中学校等から IC までの距離を測定し、上記三つの条件で考え、東海環状自動車道の未完成部分の利用予測をする。

2.2 使用する記号の説明

利用人口とは IC の近くに住民の人々の数という意味である。

また、本論文で使用する記号を以下のように定義した。

I : 出発地 IC

J : 目的地 IC

P_i : I の利用人口 (人)

P_j : J の利用人口 (人)

d_{ij} : I, J 間の距離 (km)

Q_{ij} : I から J への実際の交通量 (台)

: 出発地 IC と目的地 IC の利用人口以外に与える影響

: 距離に反比例する乗数

2.3 東海環状自動車道の各 IC の利用人口のまとめ

表 1 条件 1 の場合 (2011.7)

| IC 名 | 利用人口 (人) |
|---------|----------|
| 豊田松平 | 15,720 |
| 豊田勘八 | 61,455 |
| 豊田藤岡 | 93,560 |
| せと赤津 | 121,593 |
| せと品野 | 13,518 |
| 土岐南・多治見 | 53,095 |
| 可児御嵩 | 127,999 |
| 美濃加茂 | 87,651 |
| 富加関 | 20,252 |
| 関広見 | 13,817 |

表 2 条件 2 の場合 (2011.7)

| IC 名 | 利用人口 (人) |
|---------|----------|
| 豊田松平 | 259,617 |
| 豊田勘八 | 61,455 |
| 豊田藤岡 | 93,560 |
| せと赤津 | 121,593 |
| せと品野 | 13,518 |
| 土岐南・多治見 | 160,145 |
| 可児御嵩 | 127,999 |
| 美濃加茂 | 87,651 |
| 富加関 | 30,096 |
| 関広見 | 63,345 |

条件 1 から条件 2 に変更したところ、豊田松平 IC、土岐南多治見 IC、関広見 IC の三箇所の利用人口に大きな増加が見られ、この IC 周辺の人々は距離だけで判断すると、他の高速道路の IC を利用している可能性があると考えられる。

3 分析

まずは、東海環状自動車道の各 IC を順に着目し、IC 間の交通量を出口 IC の近くに住民の人々の数で割ってみた。下図は代表例で、豊田松平 IC から東海環状道の各 IC への交通量を豊田松平 IC の近くに住民の人々の数で割り、二点間の距離で並べたものである。

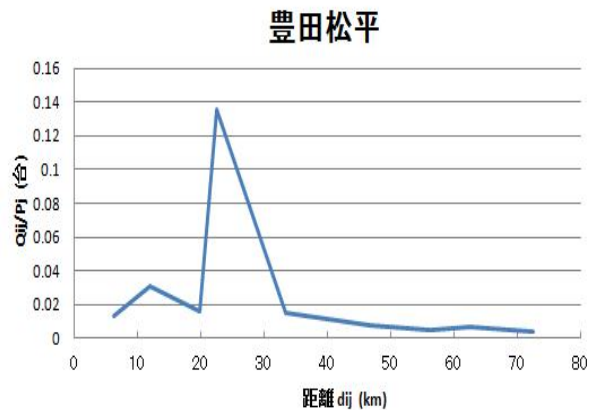


図 2 グラフ 1

次に、IC 間の交通量を入り口 IC の利用人口で割ってみた。逆に東海環状自動車道の各 IC から豊田松平 IC への交通量を豊田松平 IC の利用人口で割ったものである。

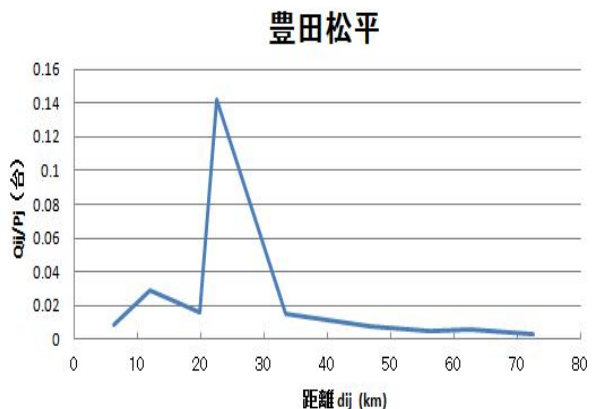


図 3 グラフ 2

これらの結果から分かることは、グラフに大きな違いが見られないことより、 I (出発地 IC) と J (目的地 IC) が入れ替わったとしても二点間の交通量に大差はないということである。

また、距離が大きくなればなるほど数値は減少していつているが、せと品野 IC の数値が突出している。これは、他の IC に着目してみても同様のことが言えた。

4 最小二乗法

4.1 最小二乗法とは

計測データの整理に使われる方法である。測定値と最確値との差を残差と言う。残差は正と負の値があるが、残差の絶対値が小さいならば、測定値が真の値に近いと判断する。

正、負の符号を必ず正の値にするため、各測定値の残差を二乗し、これらの残差の二乗和を最小とする値を最確値にする方法のことである。また、非線形的になってしまうグラフの場合でもこの最小二乗法を用いることでグラフの近似値を求め、直線へ回帰することができる。

$$\sum (Q_{ij} - \alpha \frac{P_i P_j}{(d_{ij})^\beta})^2 \quad (1)$$

(1) の式について、 α 、 β でそれぞれ偏微分すると、

$$\frac{\delta f}{\delta \alpha} = \sum 2(Q_{ij} - \alpha \frac{P_i P_j}{(d_{ij})^\beta}) (-\frac{P_i P_j}{(d_{ij})^\beta}) \quad (2)$$

$$\frac{\delta f}{\delta \beta} = \sum 2(Q_{ij} - \alpha \frac{P_i P_j}{(d_{ij})^\beta}) (d_{ij} \log d_{ij}) \quad (3)$$

となる。

一番適切だと考えられる $\beta = 1$ のときで考え、そのすべての α の平均を初期値にした。

条件 1 は $\alpha = 0.00003176703$ 、条件 2 は $\alpha = 0.00000835128$ である。

Excel のソルバー機能を使って最適な α 、 β を求めることにした。

その結果の散布図は以下のとおりである。

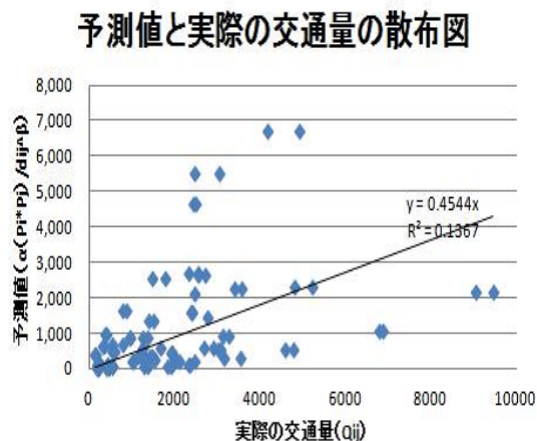


図 4 条件 1 の場合

図 4 の場合 $\alpha = 0.00000459781236$ 、 $\beta = 1.000000002$ となった。図 5 の場合 $\alpha = 0.00000244843096$ 、 $\beta = 1.000000001$ となった。

予測値と実際の交通量の散布図

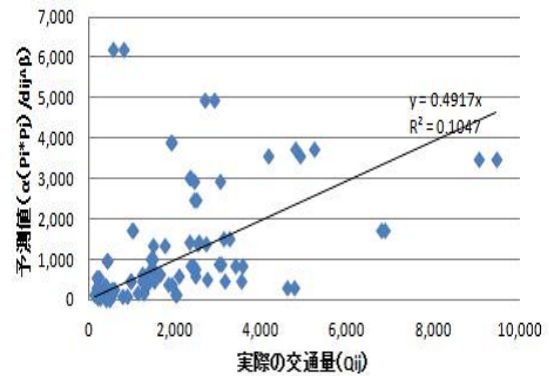


図 5 条件 2 の場合

条件 2 のほうが条件 1 より、グラフの X 軸、Y 軸を見てもわかるように予測値と実際の交通量が近いことが分かった。どちらも $(\text{実際の交通量} - \text{予測値})^2$ の値はほとんど変わらなかった。また、 β の値は初期値とほとんど変わらなかった。本来ならば、 α と β は初期値に依存してはならないが、初期値に非常に近い値になってしまっていることより、依存している可能性が高いと考える。

5 分析

次は、中京都市圏パーソントリップ調査のデータを基に予想していく。

最初はデータが 58,103 個存在したので以下の条件を定義し、個数を減らすことにした。

条件 1：東海環状自動車道圏内のみのデータを使用

条件 2：google map 経路にて、出発地点から目的地点までの一般道路の距離が 30km 未満を削除

条件 3：すべての高速道路を考慮し、最寄りの IC を必ず利用する

条件 4：利用者の出発地点が、愛知県名古屋市をはじめ、北名古屋市、一宮市、稲沢市、犬山市、岩倉市、小牧市、清須市、春日井市、江南市、日進市、弥富市、津島市、あま市、愛西市、海部郡、丹羽郡、東郷町、岐阜県岐阜市、各務原市、羽島市、瑞穂市、海津市、大垣市、関ヶ原羽島郡などの場合は目的地の最寄の東海環状自動車道のせと赤津 IC、せと品野 IC、豊田藤岡 IC、豊田勘八 IC、豊田松平 IC を利用して向かうよりも、東名高速や、名古屋瀬戸道路の IC を利用したほうが短距離、なおかつ、速く到着するので、東海環状自動車道の IC は利用しないという条件

中京都市圏パーソントリップ調査は、本来 5 歳以上の人口の調査である。調査内容の移動手段が、バスや電車、地下鉄、乗用車などのいくつかの交通機関がある。しかし、今回は自動車のみ絞ったため 20 歳から 70 歳まで

の人口に限定した。

有効回答数から 20 歳から 70 歳までの人口を割ると値が
 である。

算出された値は、愛知県（名古屋を除く）が 6.3 %、岐阜
 県が 3.2%、名古屋市が 5.3 %、三重県が 7.1 % である。

出発地点と目的地点の平均をとると以下ようになる。

名古屋市から名古屋市へ向かう場合は、5.3 %

名古屋市から岐阜県に向かう場合は、4.3 %

名古屋市から愛知県に向かう場合は、5.8 %

三重県から三重県に向かう場合は、7.1 %

三重県から愛知県に向かう場合は、6.7 %

三重県から岐阜県に向かう場合は、5.2 %

愛知県から愛知県に向かう場合は、6.3 %

愛知県から岐阜県に向かう場合は、4.8 %

岐阜県から岐阜県に向かう場合は、3.2 %

である。

これらの数値を基に分析をしていった。予測したデー
 タは、以下の表である。

表 3 東海環状自動車道の完成後の予測値（入り）

| IC 名 | 予測値（台） |
|---------|---------|
| 豊田松平 | 147,469 |
| 豊田勘八 | 127,735 |
| 豊田藤岡 | 88,204 |
| せと赤津 | 43,082 |
| せと品野 | 19,286 |
| 土岐南・多治見 | 187,408 |
| 可児御嵩 | 161,796 |
| 美濃加茂 | 143,633 |
| 富加関 | 31,755 |
| 高富 | 21,735 |
| 岐阜 | 14,918 |
| 糸貫 | 18,204 |
| 大野・神戸 | 102,837 |
| 大垣西 | 76,082 |
| 養老 | 27,857 |
| 北勢 | 25,878 |
| 大安 | 21,082 |
| 東員 | 97,082 |

6 考察

既存の東周りには 1 車線（豊田松平 IC ~ 土岐 JCT）の
 区間と、2 車線（土岐 JCT ~ 関広見 IC）の区間がある。
 また、2 車線の区間の交通量は、1 車線の区間の交通量よ
 り多い。

今回の予測によると西周りは、既存の東周りの 1 車線
 の区間の交通量と予測した交通量に大差が見られなかつ
 たため、西周りは 1 車線の区間の建設で適切であること
 がわかった。また、西周りが開通したことによって、既
 存の東周りの交通量は現在とあまり差がみられないとい
 う結果となった。

表 4 東海環状自動車道の完成後の予測値（出）

| IC 名 | 予測値（台） |
|---------|---------|
| 豊田松平 | 204,857 |
| 豊田勘八 | 172,633 |
| 豊田藤岡 | 56,306 |
| せと赤津 | 90,061 |
| せと品野 | 19,429 |
| 土岐南・多治見 | 143,102 |
| 可児御嵩 | 150,388 |
| 美濃加茂 | 105,571 |
| 富加 | 36,408 |
| 高富 | 35,653 |
| 岐阜 | 29,633 |
| 糸貫 | 15,980 |
| 大野・神戸 | 83,918 |
| 大垣西 | 74,327 |
| 養老 | 27,122 |
| 北勢 | 20,551 |
| 大安 | 23,327 |
| 東員 | 73,857 |

7 おわりに

本論文では、東海環状自動車道の完成後の利用変化に
 ついて考察した。予測した結果から見ると、西周りが完
 成したことにより、既存の東周りの交通量はあまり変化
 が見られなかった。西周りの交通量は、既存の 1 車線の
 交通量とあまり差が見られなかったため、西周りは 1 車
 線の高速道路を建設すれば適切と言うことがわかった。2
 車線ではなく 1 車線で建設すれば、領地買収や、建設費
 用の面でのコスト削減が見込める。より正確な予測値を
 求めるため、本来ならば、全国圏を考慮して分析を行
 いたかったが、今回はデータが集まらなかったため中京圏
 のみで分析を行った。

参考文献

- [1] 本論文中の交通量データ [岐阜保全サービスセンター、
 多治見保全サービスセンター、豊田保全サービスセン
 ター]
- [2] 交 通 計 画 (5) :[http://www.cc.utsunomiya-
 u.ac.jp/~morimoto/homepage/koutu/TP5.pdf](http://www.cc.utsunomiya-u.ac.jp/~morimoto/homepage/koutu/TP5.pdf)
- [3] 東海環状自動車道 -中部地方整備局-国土交通
 省:[http://www.cbr.mlit.go.jp/hokusei/jigyuu/tokai/
 index.htm](http://www.cbr.mlit.go.jp/hokusei/jigyuu/tokai/

 index.htm)
- [4] 金谷 健一：『これなら分かる応用数学教室』：最小二
 乗法からウェブレットまで東京共立出版（2003）
- [5] 東海環状自動車道— ぎふこくナビ
 :<http://www.cbr.mlit.go.jp/gifu/jimusho/toukaikanjyou/>
- [6] 小和田正, 澤木勝茂, 加藤豊: OR 入門-意思決定の基礎-,
 実況出版（1984）