

## メッシュデータを用いた首都圏鉄道網の方向別移動効率

02005260 慶應義塾大学 \*鵜飼孝盛 UKAI Takamori  
01107680 慶應義塾大学 栗田 治 KURITA Osamu

## 1 はじめに

何もない大平原で人々が移動を試みるとき、人々の単位時間あたりの移動距離には大きな相違は生じず、起点を中心とした円を描く。ところが現実には、高速輸送機関が網の目のごとく張り巡らされており、人々はこれを利用して目的地までの移動を行う。しかしある地点から目的地まで、迂回をせずに移動することは常にできるわけではない。これは空間が輸送機関によりゆがめられ、目的地までの移動効率に大きな差が生じることを示している。

文献 [1] では起点駅から他の駅まで移動する際の移動効率を求め、これをフーリエ級数により近似することで把握する方法について論じている。しかし、現実には人は駅ではなく、平面上により広範囲に居住していて、そこから駅まで徒歩などの手段を用いて駅まで移動し、駅から鉄道により目的の場所まで移動する。この意味において文献 [1] の計算は現実を映し出しているとは言い切れない。

そこで本稿では、移動効率を求める対象を1つ1つのメッシュとして、首都圏鉄道網での方向別移動効率を求め、これをフーリエ級数により近似する。さらに、メッシュの人口による重み付けをした近似について記す。

## 2 首都圏鉄道網の移動効率

移動の起点を  $p_0$ 、目的点を  $p_i (i = 1, 2, \dots, n)$  とし、 $p_0$  を原点とする  $p_i$  の極座標を  $(r_i, \theta_i)$  とする。 $p_0$  から  $p_i$  への最短経路による所要時間を  $\delta_i$  とすれば、 $\theta_i$  方向の移動効率を  $\gamma_i = r_i / \delta_i$  として算出することができる。ここで  $\gamma_i$  は速さの次元をもち、この値が大きいほど  $p_0$  から  $p_i$  への移動効率が良いということとなる。これらを把握しやすくするために、方向別移動効率を  $N$  次までのフー

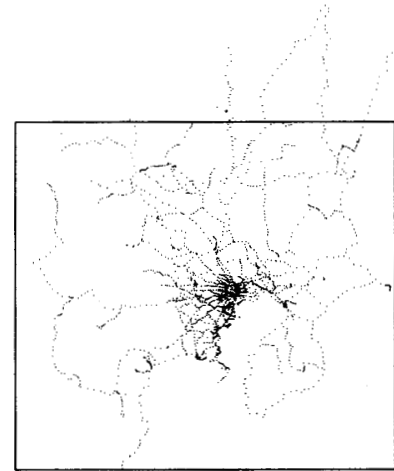


図 1: 鉄道網データ (枠内は対象となるメッシュ)。

リエ級数で近似する。

$$g_N(\theta) = a_0 + \sum_{k=1}^N \{a_k \cos k\theta + b_k \sin k\theta\}. \quad (1)$$

具体的には、最小二乗法による近似を考え、

$$\sum_{i=1}^n \{\gamma_i - g_N(\theta_i)\}^2 \quad (2)$$

を最小とするような係数  $a_0, a_k, b_k$  を求めた。図 1 に示すような鉄道網に対し起点を東京駅、横浜駅として  $N = 1, 2$  として計算した結果を図 2 に示す。図 2 の各点は、起点駅から図 1 の各駅への移動効率を示している。

目的点  $p_i$  をメッシュとして移動効率を描いたものが図 3、これをフーリエ級数により近似したものが図 4 である。メッシュは基準地域メッシュを使用し、図 1 の枠内に示した領域を対象とした。

所要時間  $\delta$  については、起点  $p_0$  からメッシュの最寄の駅までの最短経路による所要時間に、メッシュと最寄駅との間の移動時間を加えたものを使用した。メッシュと最寄駅との間の移動時間は、最

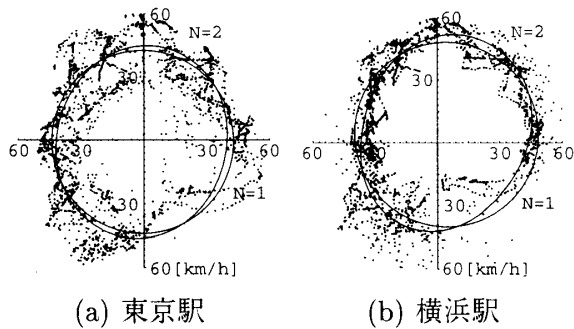


図 2: 駅を目的点とする移動効率とその近似曲線.

寄駅からメッシュまでの距離が 1km 未満の場合、徒歩による移動を考え 4km/時で、それ以上の場合、他の移動手段を用いるものとして 30km/時で移動するとして計算した。

図 3, 4 では、図 2 と比べて、全体的に移動効率が悪くなっている。起点駅からの直線距離が、駅とメッシュへとで余り変化しないのに対し、所要時間にはメッシュから駅への移動時間が加えられているため、目的点を駅とした移動効率は、メッシュへの移動効率の最善の部分のみを示していることになる。

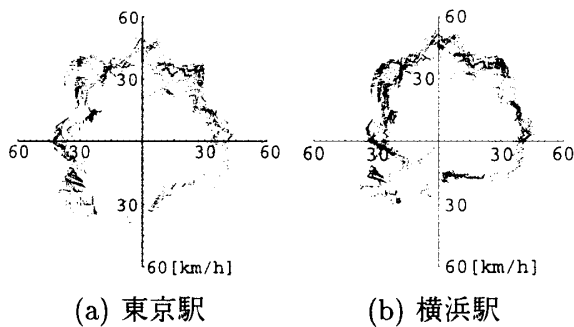


図 3: メッシュを目的点とする移動効率.

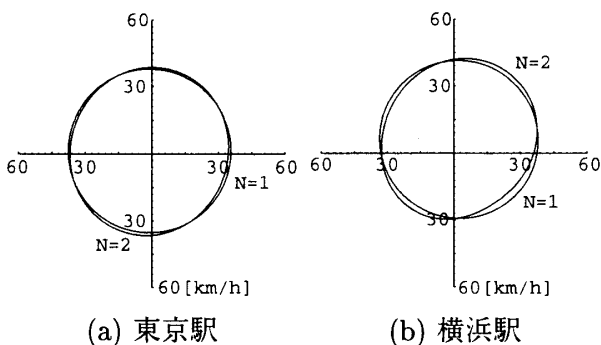


図 4: メッシュを目的点とする移動効率の近似.

### 3 重み付けをした移動効率の近似

前節では全てのメッシュを均等にみて移動効率の近似を行った。しかし、移動を行うのが人であり、メッシュにより人口が様々であることを考えると、各メッシュに住む人口で重み付けをすることが自然であると考えられる。そこで式 (1) の各項にメッシュの人口  $\rho_i$  を乗じた、

$$\sum_{i=1}^n \rho_i \{\gamma_i - g_N(\theta_i)\}^2 \quad (3)$$

を最小化するような係数  $a_0, a_k, b_k$  を求めた。図 5 にその結果を示す。特に東京駅の移動効率が図 2, 4 に比して悪くなっている、一方で横浜駅のもは北東方向から北よりに移動している。これは東京近郊のメッシュの影響が大きくなったため、このような人々が都心部へ通勤・通学している現状に鑑みると、東京駅の移動効率は首都圏鉄道網の実態をよく表しているのではないだろうか。他方横浜駅においては、東京西部や埼玉方面からの移動がそれほど多く発生するとは考えにくく、移動距離や所要時間による移動の減衰について考慮する必要がある。

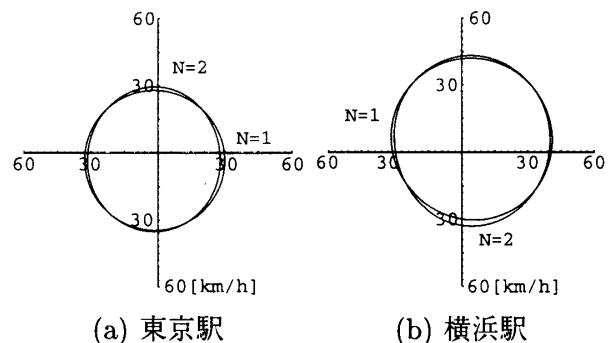


図 5: 人口による重み付けをしたメッシュに対する移動効率の近似.

### 4 終わりに

平面上に分布するメッシュに対して移動効率を求めることで、鉄道網の一つの姿を捉えることが出来たと思う。今後の課題として、近似の対象となる範囲について考える必要がある。

#### 参考文献

- [1] 栗田 治 (1985): 都市交通網上で方向別移動効率について, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季発表会アブストラクト集, 2-D-1, pp.172-173.