1999年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
春季研究発表会

通勤行動と施設配置 ～千葉市を事例に～

02602170 筑波大学 *松戸利一 MATSUDO Toshikazu
02004370 筑波大学 大津 晶 OHTSU Shou
01102840 筑波大学 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi

1. はじめに

施設（住民が出向くタイプの施設）の立地を考える場合，通常は需要地を居住地ベースで定義し総移動時間最小化問題が解かれる．

本研究では，通勤地が広域化する中，通勤途中での施設利用に着目し，通常とは少し異なる総移動時間最小化問題を千葉市を対象に解いてみた．

2. 定式化

利用者は常に最短時間ルートを選択し施設に立ち寄って勤務地に到着するモデルを設計した．その上で利用者の移動時間の総和が最小となる地点（駅）を求めた．目的関数を需要点からの距離（時間）ではなく，通勤の途中で施設を利用したときに余計にかかる時間の総和とした点が本研究の特色である．

$$\min_{x_{Fk}} T = \min_{k} \left[\sum_{i} \sum_{j} w_{ij} \left(|x_{Oi} - x_{Fk}| + |x_{Fk} - x_{Dj}| \right) \right]$$

T ：総移動時間　x_{Fk}：施設設置駅
x_{Oi}：出発駅　w_{ij}：駅iから駅jへの通勤者数
x_{Dj}：到着駅

3. 鉄道ネットワーク

対象はJR30路線，私鉄37路線，地下鉄14線とし乗り換え時間も考慮，快速等は別路線とした．

また，勤務地の代表駅は市区役所の最寄駅とし，通勤者（OD)数は1995年国勢調査のデータを利用．

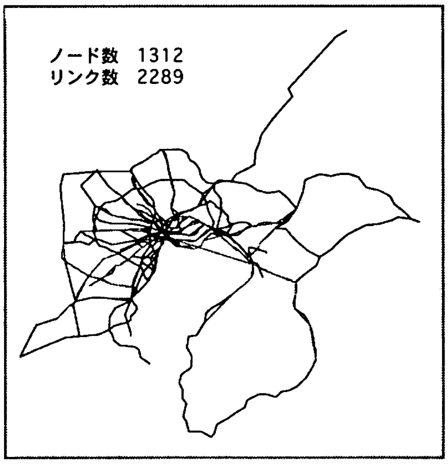

図1：対象とするネットワーク

4. 施設数1の場合

4.1対象OD別の最適駅

・全ODを対象 →JR西千葉駅（①）
・市内間ODのみ無視→JR稲毛駅（②）
・東京都へのODのみ→JR津田沼駅（③）

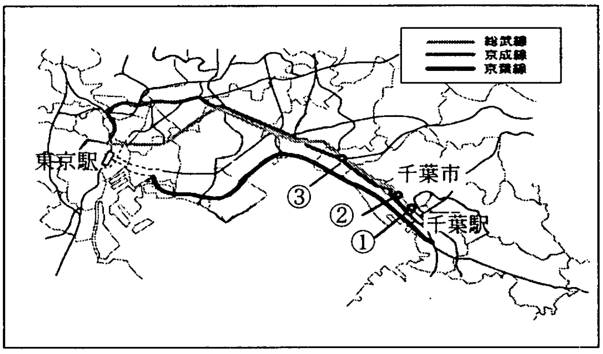

図2：対象OD別の最適駅

4.2（居住地→施設）（施設→勤務地）のウエイトを変えた場合の最適駅の変化

・（居住地→施設）×0（施設→勤務地）×1.0
＝JR東京駅（①） 勤務地からの最適駅
・（居住地→施設）×1.0（施設→勤務地）×0
＝JR稲毛駅（⑤）居住地からの最適駅

（施設→勤務地）のウエイトを変えていった結果は以下のとおりである．

（施設→勤務地）×0.9→JR錦糸町駅（②）
（施設→勤務地）×0.8→JR船橋駅（③）
（施設→勤務地）×0.6→JR津田沼駅（④）
0.0～0.5まではJR稲毛駅

なお，市内間ODは無視している．

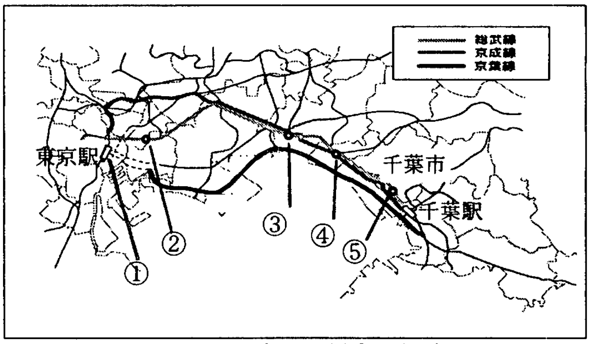

図3：ウエイトを変えた場合の最適駅

5. 施設数2の場合

1施設はJR千葉駅に固定して考える．

・全ODを対象 →JR幕張本郷駅
・市内間ODのみ無視→JR幕張本郷駅
・東京都へのODのみ→JR津田沼駅

6. 1次元離散モデルの構築

千葉市民の通勤行動は総武線（及び山手線と外房・内房線）で集約できる．そこで，線分モデルを用いて理論化する．

6.1 施設数1の場合

図5のような領域Lにおいて，最適施設立地問題を設計する．領域内に施設を1つだけ立地させ，全ての通勤者がこの施設を経由して目的地（勤務地）へ向かうとしたとき，$\boldsymbol{x}=(x_1,x_2)$と表したODと施設の相対的な位置関係に注目すると，施設に立ち寄ることで通勤距離を長くしてしまうODは図6の斜線を引いていない領域にあることがわかる．

いま，$\boldsymbol{x}$の密度を$f(\boldsymbol{x})$で与え，施設を経由することで生じる移動距離を$\phi(a,\boldsymbol{x})$とする．最適立地問題を総移動時間最小化問題と定義しなおせば，以下のように定式化できる．

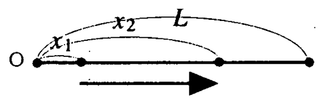

図4：ODペアの1次元表示

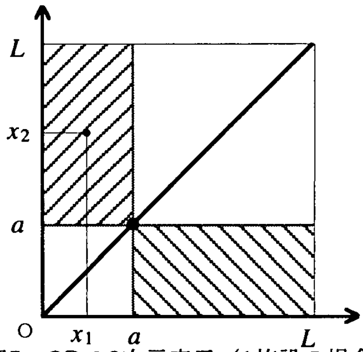

図5：ODの2次元表示（1施設の場合）

$$\min_{a}\int f(\boldsymbol{x})\phi(a,\boldsymbol{x})d\boldsymbol{x}$$

ただし，図6により$\phi(a,\boldsymbol{x})$は以下のよう場合分けできる．

$$a-x_2\ (x_1\le a,\ x_2\le a,\ x_1\le x_2)$$
$$a-x_1\ (x_1\le a,\ x_2\le a,\ x_1>x_2)$$
$$x_2-a\ (x_1\ge a,\ x_2\ge a,\ x_1>x_2)$$
$$x_1-a\ (x_1\ge a,\ x_2\ge a,\ x_1\le x_2)$$
$$0\ (x_1<a,\ x_2>a)\ (x_1>a,\ x_2<a)$$

6.2 施設が複数（n)の場合

n個の施設のうちm番目の施設Am(am)を使うODが余計にかかる移動時間の総和は次のようになる．

$$P(Am)=\int f(\boldsymbol{x})\phi(a_1,\cdots,a_m,\cdots,a_n,\boldsymbol{x})d\boldsymbol{x}$$

よって施設がnの場合も次のように定式化できる．

$$\min_{(A_1,\ldots,A_n)}\sum_{m=1}^{n}P(Am)$$

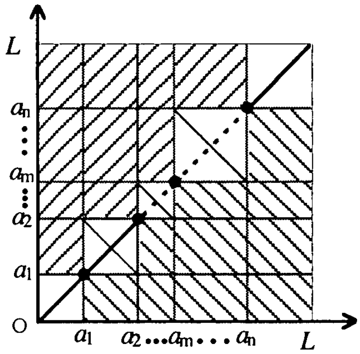

図6：ODの2次元表示（複数の施設の場合）

なお，$\phi(a_1,\cdots,a_m,\cdots,a_n,\boldsymbol{x})$は，次のように場合分けが必要である．

・m=1の場合

$$a_1-x_2\ (0\le x_1\le a_1,\ x_2\le a_1,\ x_1\le x_2)$$
$$a_1-x_1\ (0\le x_1\le a_1,\ x_2\le a_1,\ x_1>x_2)$$
$$x_2-a_1\ (x_1\ge a_1,\ x_2\ge a_1,\ x_1>x_2,\ x_2\le -x_1+a_1+a_2)$$
$$x_1-a_1\ (x_1\ge a_1,\ x_2\ge a_1,\ x_1\le x_2,\ x_2\le -x_1+a_1+a_2)$$

・m＝2～n-1の場合

$$a_m-x_2\ (x_1\le a_m,\ x_2\le a_m,\ x_1>x_2,\ x_2>-x_1+a_{m-1}+a_m)$$
$$a_m-x_1\ (x_1\le a_m,\ x_2\le a_m,\ x_1\le x_2,\ x_2>-x_1+a_{m-1}+a_m)$$
$$x_2-a_m\ (x_1\ge a_m,\ x_2\ge a_m,\ x_1>x_2,\ x_2\le -x_1+a_{m+1}+a_m)$$
$$x_1-a_m\ (x_1\ge a_m,\ x_2\ge a_v,\ x_1\le x_2,\ x_2\le -x_1+a_{m+1}+a_m)$$

・m＝nの場合

$$a_n-x_2\ (x_1\le a_n,\ x_2\le a_n,\ x_1\le x_2,\ x_2>-x_1+a_{n-1}+a_n)$$
$$a_n-x_1\ (x_1\le a_n,\ x_2\le a_n,\ x_1>x_2,\ x_2>-x_1+a_{n-1}+a_n)$$
$$x_2-a_n\ (L\ge x_1\ge a_n,\ x_2\ge a_n,\ x_1\le x_2)$$
$$x_1-a_n\ (L\ge x_1\ge a_n,\ x_2\ge a_n,\ x_1>x_2)$$

領域Lに含まれる全ODを対象にして得られた結果は以下のとおりである．

・施設数1場合 → JR稲毛駅

・施設数2の場合→ JR千葉駅とJR幕張駅

7. 分析の結果と今後の課題

1次元離散モデルとネットワークモデル（全OD対象）の最適駅順位を比較したところ，上位5駅を構成する駅は同じであった．

今後は，理論モデルを用いてOD分布により最適点がどのように変化するかといった定性的な分析を試みたい．

参考文献

[1] 大澤義明：施設配置モデルの施設配置に関する実証的研究．第10回地域施設計画シンポジム pp.65-70,1992

[2] 建築・都市計画のためのモデル分析の手法 日本建築学会編（1992）