

## 鉄道ハブステーションの離散評点ネットワークDEAによる評価

青山学院大学（院）

○日高 啓太郎

千葉工大 社会システム科学部

長島 わかな

日大生産工

大澤 慶吉

日大生産工

篠原 正明

### 1 はじめに

篠原[1]らは、具体的な外部入出力となる中間リンクを持つ直列型のDEA効率計算を適用させた。これは日高[2]で行っていた新幹線停車駅の潜在的顧客動向におけるセグメント定義を、直列型ネットワークに置き換えて検討することが出来ることから、今回適用例として発表する。

### 2 直列型ネットワークDEAの適用例

#### 2.1 ネットワークモデル

評価対象となるネットワークモデル $N(V, L; z, w)$ を図1に、 $N(V^+, L; z, w)$ に対応するマルコフ連鎖を図2に示す。

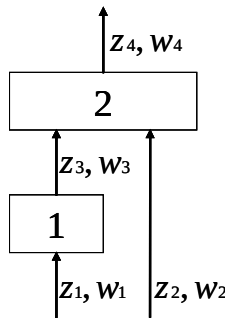
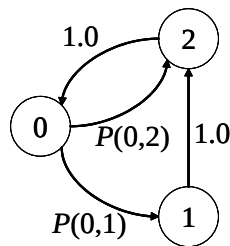


図1. ネットワーク



$$P(0,1) = z_1^T w_1 / (z_1^T w_1 + z_2^T w_2)$$

$$P(0,2) = z_2^T w_2 / (z_1^T w_1 + z_2^T w_2)$$

図2. マルコフ連鎖

#### 2.2 ネットワーク効率関数

図2のマルコフ連鎖の定常状態確率は  
 $x_1 = q_1 / (2q_1 + q_2)$ ,  $x_2 = (q_1 + q_2) / (2q_1 + q_2)$  (但し,  
 $x_1 + x_2 = 1$ ) , 部門別効率値は  
 $f_1 = q_3 / q_1$ ,  $f_2 = q_4 / (q_2 + q_3)$  なので、積型ネットワー  
 ク効率関数は

$$A_{product} = f_1^{x_1} \cdot f_2^{x_2}$$

で与えられる(但し,  $q_i = z_i^T w_i, i = 1, 2, 3, 4$ ).

### 3 ネットワークDEAの一般論

リンク $i (i=1, \dots, m)$ に対応するデータ値を $z_i, DMU_j (j=1, \dots, n)$ に対応するリンクデータ $i$ を $z_{ij}$ , 又, リンクデータ項目 $i$ に対する評価値を $w_i$ と表記する。ネットワーク構造を持つDMUに対して, リンクデータ $z=(z_1, z_2, \dots, z_m)^T$ とリンク評価ベクトル $w=(w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ が与えられた時に, 被評価対象DMUの絶対効率値 $A$ を以下の関数式で与える。

$$A = f(z, w)$$

この関数形を「ネットワーク効率関数」と呼ぶ。DMU $j$ に対する絶対効率値 $A_j$ は(2)式となる。

$$A_j = f(z_j, w_j)$$

評価ベクトル $w$ が与えられた時の全DMU( $j=1, \dots, n$ )に対するDMU $j$ の相対効率値 $R_j(w)$ は(3)式となる。

$$R_j(w) = \frac{A_j}{\max_j \{A_j\}}$$

DMUの内部ネットワーク構造を意識したDMU $j$ のネットワークDEA効率値 $E_j$ は(4)式で与えられる。

$$E_j = \max_j \{R_j(w)\}$$

### 4 実験データ

今回は積型ネットワークDEAを用い、東海道新幹線における静岡県内の停車駅をサービスの効率性という観点から実験を行なった。表1に実験データ、表2,3に実験データを正規化したエクセルシートを表記する。

表1. 実験データ

|           |         | 熱海駅     | 三島駅     |
|-----------|---------|---------|---------|
| 人口(潜在顧客)  | z1      | 719501  | 975630  |
| 新幹線のみ顧客   | z2      | 5000    | 6000    |
| 在来線のみ顧客   | z3      | 9607    | 30000   |
| 1日の新幹線停車数 | z4      | 83      | 85      |
| 新富士駅      | 静岡駅     | 掛川駅     | 浜松駅     |
| 1319091   | 1009064 | 1240129 | 1276327 |
| 5000      | 9000    | 3000    | 8000    |
| 5000      | 60000   | 13109   | 37000   |
| 67        | 106     | 66      | 100     |

Evaluation of Railway Hub-Stations Using Discrete-scoring Network DEA

Keitaro HIDAKA, Wakana NAGASHIMA,  
 Keikichi OSAWA and Masaaki SHINOHARA

このデータを正規化する。

表2. 5駅分正規化

|           |          | 熱海駅      | 三島駅      |
|-----------|----------|----------|----------|
| 人口(潜在顧客)  | z1       | 0.136699 | 0.185361 |
| 新幹線のみ顧客   | z2       | 0.178571 | 0.214286 |
| 在来線のみ顧客   | z3       | 0.081612 | 0.254851 |
| 1日の新幹線停車数 | z4       | 0.203931 | 0.208845 |
| 新富士駅      | 静岡駅      | 掛川駅      |          |
| 0.250615  | 0.191713 | 0.235613 |          |
| 0.178571  | 0.321429 | 0.107143 |          |
| 0.042475  | 0.509701 | 0.111361 |          |
| 0.164619  | 0.260442 | 0.162162 |          |

表3. 6駅分正規化

|           |          | 熱海駅      | 三島駅      |
|-----------|----------|----------|----------|
| 人口(潜在顧客)  | z1       | 0.11002  | 0.149185 |
| 新幹線のみ顧客   | z2       | 0.138889 | 0.166667 |
| 在来線のみ顧客   | z3       | 0.062094 | 0.193904 |
| 1日の新幹線停車数 | z4       | 0.163708 | 0.167653 |
| 新富士駅      | 静岡駅      | 掛川駅      | 浜松駅      |
| 0.201704  | 0.154297 | 0.18963  | 0.195165 |
| 0.138889  | 0.25     | 0.083333 | 0.222222 |
| 0.032317  | 0.387807 | 0.084729 | 0.239148 |
| 0.13215   | 0.209073 | 0.130178 | 0.197239 |

## 5 実験結果

以下にエクセルシートを用いて計算した結果を載せる。

表4. 5駅分析結果(weight=1,2)

|      | 駅名   | DEA<br>効率値 | 実現評価     | 部門別相対効率値 |        |
|------|------|------------|----------|----------|--------|
|      |      |            |          | 1        | 2      |
| DMU1 | 熱海駅  | 1          | 1111,他15 | 0.2246   | 1      |
| DMU2 | 三島駅  | 0.9719     | 2211     | 0.5171   | 0.6137 |
| DMU3 | 新富士駅 | 0.7080     | 1221     | 0.0637   | 0.9501 |
| DMU4 | 静岡駅  | 0.9736     | 2112     | 1        | 0.3998 |
| DMU5 | 掛川駅  | 1          | 1221     | 0.1778   | 0.9469 |

表5. 5駅分析結果(weight=1,3)

|      | 駅名   | DEA<br>効率値 | 実現評価      | 部門別相対効率値 |        |
|------|------|------------|-----------|----------|--------|
|      |      |            |           | 1        | 2      |
| DMU1 | 熱海駅  | 1          | 1111,他11  | 0.2246   | 1      |
| DMU2 | 三島駅  | 1          | 3311,3313 | 0.5171   | 0.6209 |
| DMU3 | 新富士駅 | 0.7535     | 1333      | 0.0637   | 0.9501 |
| DMU4 | 静岡駅  | 1          | 3113      | 1        | 0.3998 |
| DMU5 | 掛川駅  | 1          | 1311,1331 | 0.1778   | 0.9469 |

表6. 6駅分析結果(weight=1,2)

|      | 駅名   | DEA<br>効率値 | 実現評価     | 部門別相対効率値 |        |
|------|------|------------|----------|----------|--------|
|      |      |            |          | 1        | 2      |
| DMU1 | 熱海駅  | 1          | 1111,他14 | 0.2246   | 1      |
| DMU2 | 三島駅  | 0.9782     | 2211     | 0.5171   | 0.6141 |
| DMU3 | 新富士駅 | 0.7054     | 1221     | 0.0637   | 0.9476 |
| DMU4 | 静岡駅  | 0.9877     | 2112     | 1        | 0.4024 |
| DMU5 | 掛川駅  | 1          | 1221     | 0.1778   | 0.9509 |
| DMU6 | 浜松駅  | 0.9033     | 2111     | 0.4875   | 0.5248 |

表7. 6駅分析結果(weight=1,3)

|      | 駅名   | DEA<br>効率値 | 実現評価      | 部門別相対効率値 |        |
|------|------|------------|-----------|----------|--------|
|      |      |            |           | 1        | 2      |
| DMU1 | 熱海駅  | 1          | 1111,他10  | 0.2246   | 1      |
| DMU2 | 三島駅  | 1          | 3311      | 0.5171   | 0.6213 |
| DMU3 | 新富士駅 | 0.7432     | 1333      | 0.0637   | 0.9476 |
| DMU4 | 静岡駅  | 1          | 3111,他3   | 1        | 0.4024 |
| DMU5 | 掛川駅  | 1          | 1311,1331 | 0.1778   | 1      |
| DMU6 | 浜松駅  | 0.9131     | 3311      | 0.4875   | 0.5599 |

## 6 考察

(6-1)表4～表7より、駅全体としては、熱海、三島、静岡、掛川の4駅の効率性が高いことが判明する。

(6-2)表4～表7の部門別相対効率値データによると、複合駅全体の効率性に対して、静岡駅は在来線駅の寄与率が高く、一方、熱海、新富士、掛川の3駅は新幹線駅の寄与率が高いと言える。

(6-3)Black-box DEAでは通常DMUが増加した場合、効率値が下がる可能性はある。しかしながら、今回は5駅のみと6駅のみで独立に正規化を行なっているため、5駅から6駅に増加した際、三島駅と静岡駅のDEA効率値が若干増加したと考えられる。6駅での正規化データから5駅分抽出したデータに対して、ネットワーク効率性評価を行えば、6駅でDEA効率値が増加する現象は生じないと考えられる。

## 7 おわりに

より少ない顧客に対して、より多くの列車停車数を提供するというサービスの効率性という視点から、新幹線駅と在来線駅の複合駅の効率性を離散評価ネットワークDEAを用いて評価した。

これにより、新幹線駅と在来線駅のどちらかがサービス効率性に寄与しているかの定量的評価が可能になった。

複合駅の効率性の視点としては、より少ない潜在顧客を入力として、より多くの駅乗降客数を確保するという収益上の効率性も考えられ、評価・考察は今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 篠原, 茂木, 大澤: 離散評価ネットワークDEAの表計算—積型ネットワーク効率関数—, 日本OR学会. 2009年秋季研究発表会論文集, PP144-145(2009, 9)
- [2] 長島, 日高, 茂木, 大澤, 篠原: ハブステーションセグメントの効果検証と離散評価DEAの有用性, 第41回日本大学生産工学部学術講演会 数理情報部会, PP67-70(2008, 12)