

# 高速道路網における新設セグメントの効果に関する研究

鈴木 克俊 (沼田 一道 助教授)

## 1. はじめに

現在、道路関係四公団民営化推進委員会と政府・与党協議会は、道路公団民営化の基本的枠組みについて検討を行っている。その中で、以下の2つのことが新たな高速道路建設の上で議論の焦点となっていると思われる。

- ・建設費用、料金体系、債務返済方法の見直し等を含めた採算性の問題。
- ・走行距離短縮などに表れる便益、費用換算が困難な移動時間短縮などに表れる外部効果が社会資本整備の一端を担うことを含めた必要性の問題。

以上のことから、新たに作る高速道路網の厳正な評価が必要不可欠となってくる。

本研究では、関東一円的高速道路網(都県境をまたぐ首都高速、首都圏中央連絡自動車道は含め、第二東海自動車道は除く。)を対象に、新設路線の部分的なセグメント(新設セグメント)の妥当性について考える。このような新設セグメントが、既存の高速道路網に対して、ネットワーク上プラスとなる効果がどの程度得られるかを個々に算定する。その後、建設費用を考慮した上で、DEA (Data Envelopment Analysis)を用いて、効率性(新設セグメント建設の効果)を分析・評価を行う。

## 2. 高速道路ネットワークの現状

本研究で扱う関東一円的高速道路網を新設候補セグメントと共に図1に示した。

現時点で、放射状に伸びる高速道路の整備は大半が完了しているが、環状に延びる道路の建設はあまり進んでいない。よって、路線をまたいだ長距離移動の際は、首都高を経由するか、一般道路を経由することになる。その結果、渋滞問題、移動時間増大を引き起こしていると思われる。

これらの打開策として、新しい道路を作る必要性が生じてくる。

しかし、予定されている新設候補セグメント全てを作ることの妥当性が見えない中、相対評価を行い、優先順位をつけることが重要であると思われる。

【凡例】

- : 開通部分
- ⋯ : 未開通部分
- : ジャンクション
- 数字 : 区間距離

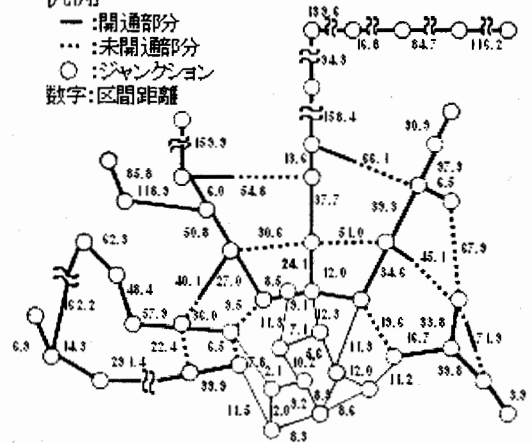


図1. 測定対象の高速道路網(関東一円)

## 3. ネットワーク上の効果の算定

### 3.1 距離短縮の効果と容量拡大の効果

ネットワークにおける個々の新設候補セグメント建設の効果を算定する際、重要なことは、前述したように便益と外部効果を測定し、分析することである。

便益の観点からは、走行経費の減少につながる距離短縮の効果があげられる。距離短縮の効果を表す指標として、最短経路更新率、平均距離短縮率が考えられる。

一方、外部効果の観点からは、交通が分散することで移動時間短縮につながる容量拡大の効果があげられる。容量拡大の効果を表す指標として、バイパス機能含有率が考えられる。

本研究では、以上3指標を用いることで、ネットワークにおける新設候補セグメントの効果を算定することにする。

### 3. 1. 1 前提

図1に点在する47箇所のジャンクションから、始終点ジャンクションとして、 ${}_{47}C_2$ 通りのODペアを考える。

### 3. 1. 2 最短経路更新率

ODペアの総数 ( ${}_{47}C_2$ ) を  $R_A$  とする。新設候補セグメント  $N$  ができることで、最短経路が更新されるODペアの総数を  $R_N$  とすると、最短経路更新率を  $C(N) = \frac{R_N}{R_A}$  で与える。

### 3. 1. 3 平均距離短縮率

各ODペア  $(i, j)$  に対して、元々の最短経路長  $s-len(i, j)$  と、新設候補セグメント  $N$  の建設により更新された最短経路長  $s-len(i, j, N)$  を比較する。個々の新設候補セグメント  $N$  が、どの程度の距離短縮をもたらすかを表す平均距離短縮率を  $S(N) = \frac{1}{R_A} \sum_{(i,j) \in OD} \frac{s-len(i, j) - s-len(i, j, N)}{s-len(i, j)}$  で与える。

### 3. 1. 4 バイパス機能含有率

新設セグメント  $N$  を含めた各ODペア  $(i, j)$  の各最短経路長  $L_{ij}$  に対して、バイパス機能を果たす経路として許容できる範囲の経路長を  $\alpha L_{ij}$  とする。そこで、 $\alpha L_{ij}$  以内の全経路数を  $K_{ij(\alpha)}$ 、その中で、新設セグメント  $N$  を含んでいる経路数を  $K_{ij(\alpha)}(N)$  とすると、新設セグメント  $N$  のバイ

パス機能含有率を  $B(N) = \sum_{(i,j) \in OD} \frac{K_{ij(\alpha)}(N)}{K_{ij(\alpha)}}$  で与える。なお、 $\alpha = \{1.05, 1.1, 1.15, 1.2\}$  とする。

## 3. 2 算定手順

- 最短経路長に対するバイパス機能許容率  $\alpha$  を決定する。
- 算定対象のジャンクション間の位置・距離情報を読み込む。

- 新設セグメント1区間を選択する。
- 全ODペア間の経路を検索し、 $R_N$ 、 $s-len(i, j)$ 、 $s-len(i, j, N)$ 、 $K_{ij(\alpha)}$ 、 $K_{ij(\alpha)}(N)$  を求め、 $C(N)$ 、 $S(N)$ 、 $B(N)$  を算出する。

なお、上記の算定過程は、Delphiによるプログラムで作成した(図2)。

## 3. 3 算定結果

算定データは、後述のDEA分析での出力項目とする(表1)。

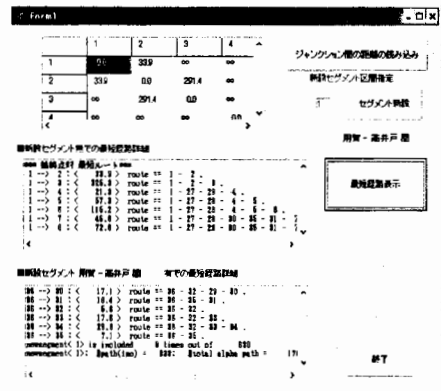


図2. 実行画面

#### 4. DEAによる効率性の評価

本研究では、高速道路網の新設候補セグメントの効率性を評価・分析するためにDEAを用いる。これにより、建設費用を考慮した上で新設セグメントを相対評価し、優先順位をつけることが可能となる。

##### 4. 1 分析対象 (DMU)

測定対象 (図 1) にある新設候補セグメント (表 1)。

##### 4. 2 DEAの入出力項目 (表 1)

入力項目：1km あたりの用地買収費 (=各 DMU の未開通部分が通過する市町村別地価の平均×道幅)、建設距離 (未開通部分) の計 2 項目。 ※平成 15 年 12 月現在

出力項目：【距離短縮の効率性】最短経路更新率、平均距離短縮率

【容量拡大の効率性】バイパス機能含有率 ( $\alpha \in P = \{1.05, 1.1, 1.15, 1.2\}$ ) の計 3 項目。

##### 4. 3 分析方法

DEAのCCRモデルを適用し、距離短縮の効率性 (2 入力 2 出力)、容量拡大の効率性 (2 入力 1 出力) という 2 つの形で分析する。そして、総合評価を次のようにして算出し、優先順位をつけるものとする。

$$\frac{\sum_{\alpha \in P} \frac{(D_d + D_c)}{2}}{4} \quad \left[ \begin{array}{l} D_d : D \text{ 効率値} \text{【距離短縮の効率性】} \\ D_c : D \text{ 効率値} \text{【容量拡大の効率性】} \end{array} \right]$$

表 1. 入出力データ

DMU	入力項目		出力項目					
	【共通】		距離短縮の効率性		容量拡大の効率性			
	用地買収費 (億円/km)	建設距離 (km)	平均距離短縮率 (%)	最短経路更新率 (%)	バイパス機能含有率(%)			
				$\alpha=1.05$	$\alpha=1.1$	$\alpha=1.15$	$\alpha=1.2$	
用賀 - 高井戸	113.83	6.5	0.0670	1.2026	0.2900	0.3309	0.3604	0.3715
海老名北 - 八王子	39.21	22.4	0.1101	1.0176	0.1081	0.2063	0.2556	0.2910
高井戸 - 大泉	94.89	9.5	1.0700	18.6864	0.1934	0.3107	0.3561	0.3796
八王子 - 鶴ヶ島	27.41	11.6	0.7142	4.2553	0.0248	0.0609	0.1185	0.1701
鶴ヶ島 - 久喜白岡	28.37	30.6	0.7169	4.9954	0.0442	0.2157	0.3016	0.3259
高崎 - 岩舟	12.28	40.3	1.4554	4.1628	0.0135	0.0535	0.1594	0.2390
久喜白岡 - つば	17.79	51.0	0.3089	4.1628	0.0107	0.0704	0.1809	0.2384
栃木都賀 - 友部	11.19	40.2	1.0641	3.6078	0.0101	0.0569	0.1520	0.2102
三郷 - 高谷	42.87	19.6	0.3742	11.1008	0.2079	0.2827	0.2827	0.3207
つば - 大栄	9.92	43.6	0.1677	1.9426	0.0143	0.0172	0.0418	0.0903
大栄 - 茨城	7.75	67.9	0.2086	1.5726	0.0050	0.0069	0.0298	0.0545
大栄 - 木更津	6.02	68.0	0.0012	0.1850	0.0059	0.0074	0.0194	0.0294

#### 5. 分析結果と考察

分析結果、及び総合評価は、表 2 のようになった。

この分析結果から算出された優先順位は、あくまで個別での評価であり、独立的評価であると言える。

そこで、総合評価が最も高い DMU を既設セグメントとしながら、残りの DMU にて同様な分析を繰り返すことで、得られる従属的評価も行った。そして、両評価での新設候補セグメントの優先順位 (総合評価の高い順位) を、図 3 に示した。

これらの結果を比較して、以下のことが分かった。

両評価ともに、優先順位の動向から、隣接する新設候補セグメント同士での相互効果が働いている区間

が多いことが分かる。したがって、新設候補セグメント毎の評価という観点に加え、測定対象の道路網(図1)における中心からの位置関係により分割し、広域的な枠組みでの評価することが可能となる。優先順位を見ると、結果は以下の通りとなる。

① 測定対象の中心から近いところに位置する新設候補セグメント群

[外環道、東関東道(三郷-高谷)]

② 測定対象の中心から遠いところに位置する新設候補セグメント群

[北関東道]

③ ①、②の中間に位置する新設候補セグメント群

[圏央道、東関東道(大栄-茨城)]

また、効率性の低い圏央道の海老名北-八王子間、つくば-大栄-木更津間、東関東道の大栄-茨城間について、今後の建設の妥当性について判断が分かれるものと考えられる。

海老名北-八王子間は、本研究では除外した第二東海自動車道(海老名-東海)と接続する採算がある。したがって、本研究で得られた以上の効果が期待できるので、ネットワーク上、より広域的な分析を見極めてから建設するかを議論する必要があると考えられる。

一方、つくば-大栄-木更津間、大栄-茨城間について、今後ネットワークの拡充が地形上、限られており、建設の見直しを考えるべきであると思われる。

## 6. まとめ

本研究では、関東一円のみを対象に、新設候補セグメントの効果を、予想交通量などの推定データではなく、ネットワークの構造、及び特性値のみから算定したいくつかの指標を用いて、DEA分析することで評価した。その結果、得られた評価は、ある程度、妥当性があった。

より広域的な全国ネットワークを対象に、本研究を活用し、新設候補セグメントの評価をすることは、意義があると思われる。また、本研究での新設候補セグメントの評価に、推定データを用いたDEAによる評価を組み合わせることで、より多角的、かつ有効な評価につながるものと思われる。これらの点は、今後の課題である。

## [参考文献]

- [1] 刀根 薫：「経営効率性の測定と改善」，日科技連出版社，1993
- [2] JH年報(平成14年，平成15年度版)，日本道路公団
- [3] JHホームページ (<http://www.jhnet.go.jp/>)

表2. 各効率性分析結果，及び総合評価(独立的評価)

DMU	距離短縮の効率性 D効率値	容量拡大の効率性 D効率値				総合評価
		D効率値				
		$\alpha=1.05$	$\alpha=1.1$	$\alpha=1.15$	$\alpha=1.2$	
用賀-高井戸	0.1123	1	1	1	1	0.5470
海老名北-八王子	0.1593	1	0.3620	0.4695	0.4602	0.5291
高井戸-大栄	1	0.7942	1	1	1	0.9743
八王子-鶴ヶ島	0.9269	0.3359	0.4721	0.6835	0.8682	0.7950
鶴ヶ島-久喜白岡	0.4001	0.5655	1	1	1	0.7820
高崎-岩舟	1	0.3990	0.5731	0.9822	1	0.8693
久喜白岡-つくば	0.1639	0.2187	0.5205	0.7987	0.7462	0.6431
栃木都賀-友部	0.6732	0.3272	0.6694	1	0.9548	0.8467
三郷-高谷	0.7666	0.7678	0.9990	1	1	0.9709
つくば-大栄	0.4129	0.5218	0.2280	0.3102	0.4678	0.4798
大栄-茨城	0.3694	0.2351	0.1174	0.2826	0.3612	0.4238
大栄-木更津	0.0367	0.3563	0.1624	0.2377	0.2506	0.1712

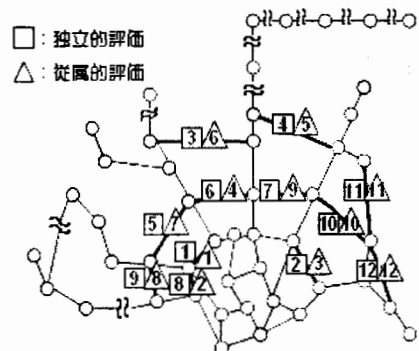


図3. 両評価での優先順位