

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

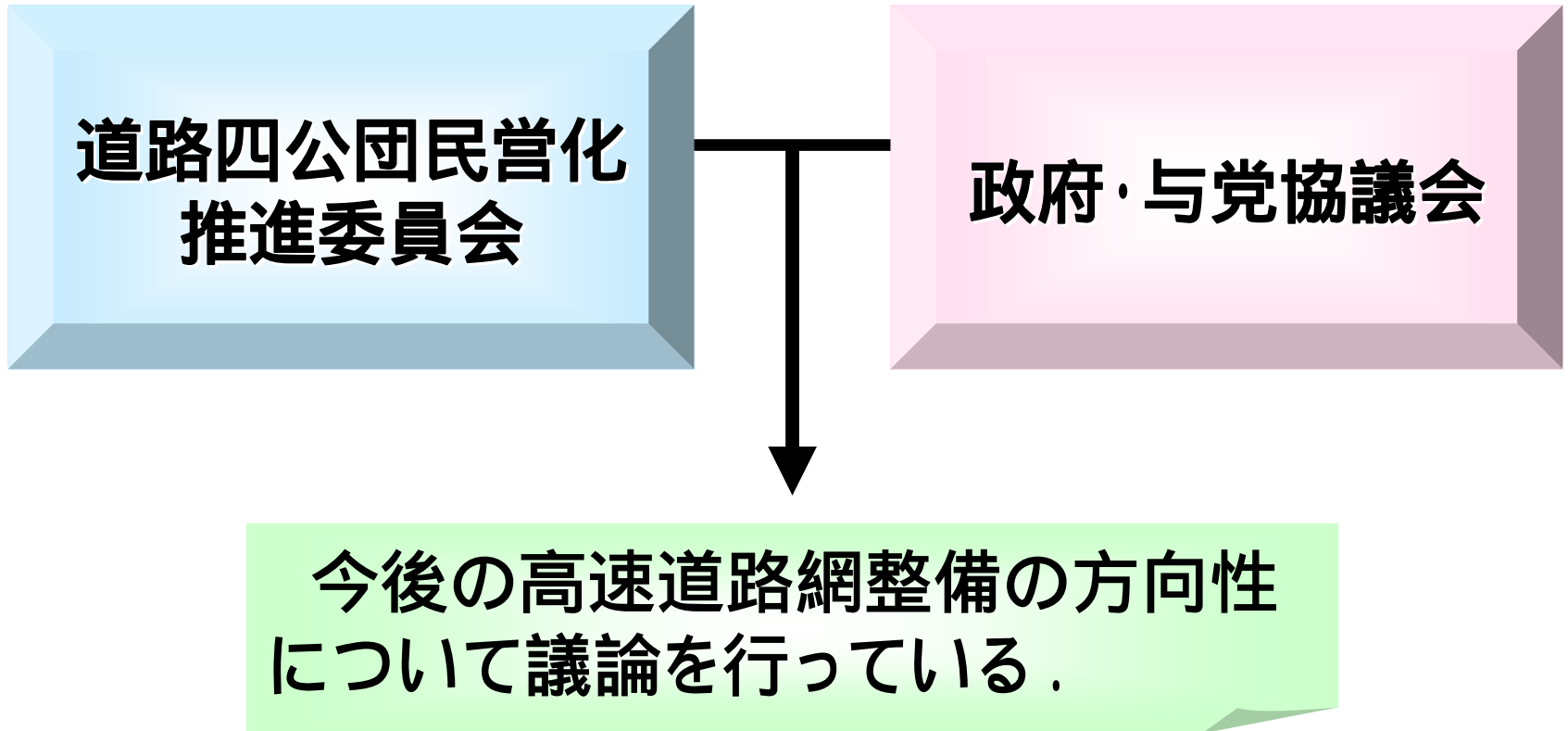
工学部経営工学科沼田研究室

4499049 鈴木 克俊

発表構成

1. はじめに
2. 研究目的
3. ネットワーク上の効果の算定
4. 算定手順
5. 算定結果
6. DEAによる効率性の評価
7. 分析・評価結果
8. 考察
9. まとめ
10. 参考文献

1. はじめに(1)



1. はじめに(2)

高速道路網整備に関する議論の焦点

■ 採算性の問題

建設費用，料金体系，債務返済方法などの見直し。

■ 必要性の問題

- ・ 走行距離短縮などに表れる **便益**
- ・ 移動時間短縮などに表れる **外部効果**



社会資本整備の一端を担う。

1. はじめに(3)

今後の高速道路建設のあり方

社会資本としての価値がある道路のみを作る。



ネットワーク上のメリット(効果)がない道路を作らない。



道路建設に伴うネットワーク上の効果について、客観的かつ定量的な評価を行う必要性がある。



新設道路の妥当性を判断する指標について提案する。

2. 研究目的

新設路線の部分的な道路(新設セグメント)

ネットワーク上の効果の算定

建設費用を考慮した上でのDEA分析

新設セグメント建設の効果について、
指標を用いて評価する。

～ 関東一円の高速道路網 を対象とする ～

圏央道, 首都高速を含め, 第二東名道は除く。

3. ネットワーク上の効果の算定

- ネットワークにおける新設候補セグメント建設の効果 -

距離短縮の効果

… **最短経路更新率, 平均距離短縮率**

容量拡大の効果 … **バイパス機能含有率**

3.1 算定(測定)対象

[凡例]

- : 開通部分
- : 未開通部分
- : ジャンクション(内の数字は番号)
- 数字 : 区間距離(km)

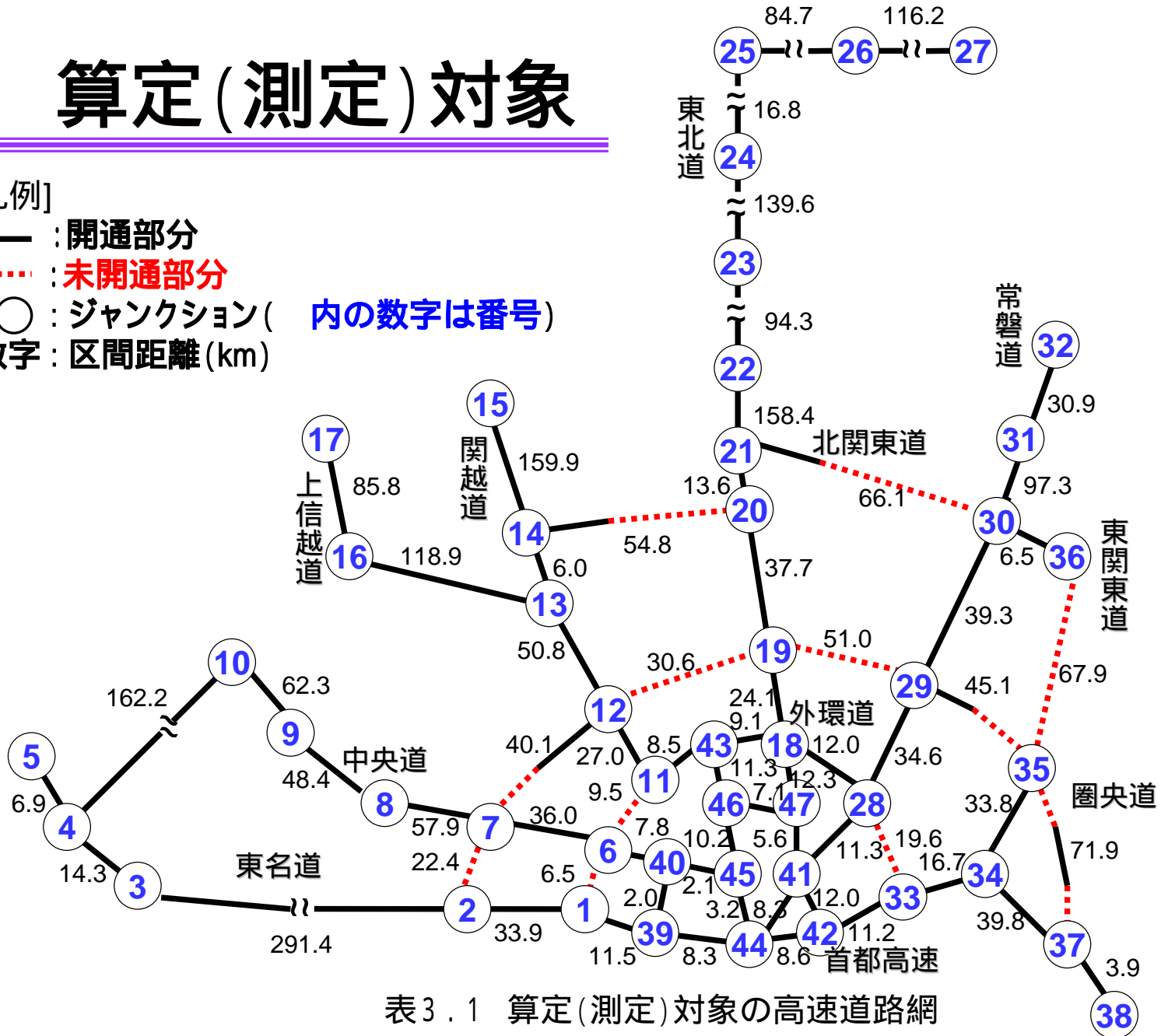
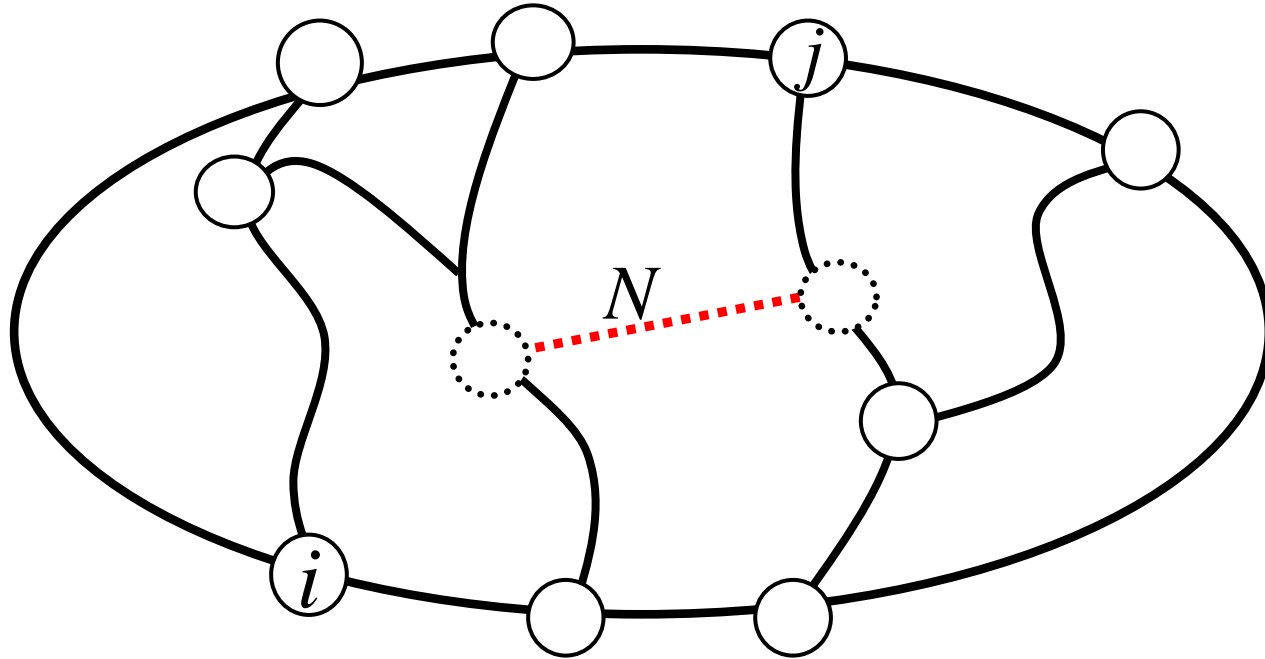


表3.1 算定(測定)対象の高速道路網

3.2 前提



- : ジャンクション(47箇所) i : 始点ジャンクション
実線 : 既存道路 j : 終点ジャンクション
点線 : 新設候補セグメント N
 OD : $\{(i, j), i < j\}$ 全ペアの集合 $= {}_{47}C_2$ 通り

3.3 最短経路更新率

新設セグメント N により, 最短経路が更新された割合.

更新された最短経路の総数

$$\text{最短経路更新率 } C(N) = \frac{R_N}{R_A}$$

$$\text{最短経路の総数} = OD \text{ ペアの総数} = {}_{47}C_2$$

3.4 平均距離短縮率

各ODペア(i, j)に対して, 新設候補セグメント N がもたらす1ペア当たりの距離短縮率.

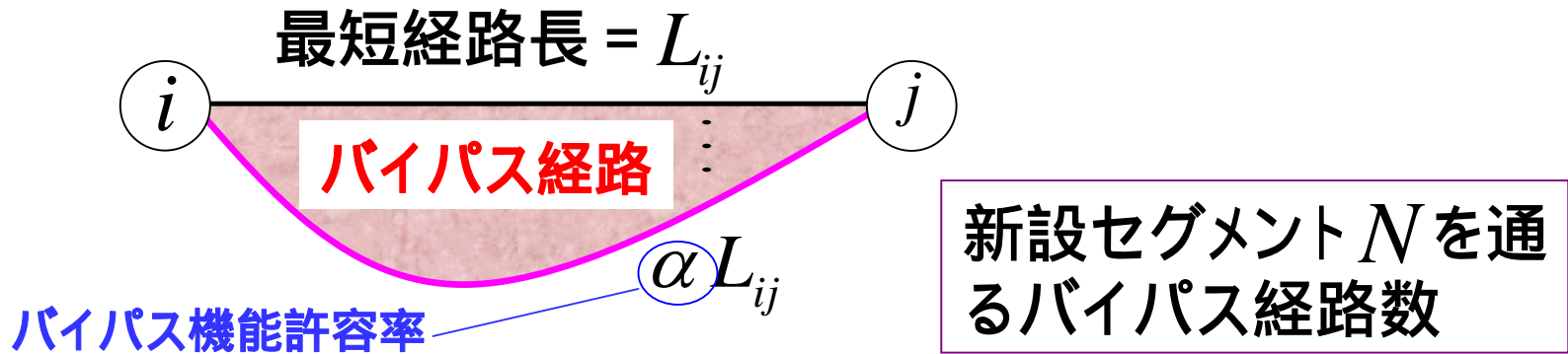
$$S(N) = \frac{1}{R_A} \sum_{(i,j) \in OD} \frac{s \text{ len}(i, j) - s \text{ len}(i, j, N)}{s \text{ len}(i, j)}$$

$s \text{ len}(i, j)$: 既存路線での最短経路長

$s \text{ len}(i, j, N)$: 新設候補セグメント N 有りでの最短経路長

3.5 バイパス機能含有率

各 OD ペア (i, j) において, バイパス経路が, 新設セグメント N を通る割合.



バイパス機能含有率 $B(N) = \sum_{(i,j) \in OD} \frac{K_{ij(\alpha)}(N)}{K_{ij(\alpha)}}$

バイパス経路の総数

4. 算定手順

を決定する. ($=\{1.05, 1.1, 1.15, 1.2\}$)

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.

新設候補セグメント12区間について,
1区間を選択する.

全 OD ペアの経路を検索する.

$C(N)$, $S(N)$, $B(N)$ を算出する.

4.1 新設候補セグメント

No. (N)	新設候補セグメント	始終点ジャンクション番号	区間距離(km)
1	用賀 - 高井戸	1 - 6	6.5
2	海老名北 - 八王子	2 - 7	22.4
3	高井戸 - 大泉	6 - 11	9.5
4	八王子 鶴ヶ島	7 - 12	41.5
5	鶴ヶ島 - 久喜白岡	12 - 19	30.6
6	高崎 - 岩舟	14 - 20	54.8
7	久喜白岡 - つくば	19 - 29	51.0
8	栃木都賀 - 友部	21 - 30	66.1
9	三郷 - 高谷	28 - 33	19.6
10	つくば - 大栄	29 - 35	45.1
11	大栄 茨城	35 - 36	67.9
12	大栄 - 木更津	35 - 37	71.9

5 . 算定結果

N	新設候補セグメント	$C(N)$	$S(N)$	$B(N)$			
				=1.05	=1.1	=1.15	=1.2
1	用賀 - 高井戸	1.2026	0.1550	0.2900	0.3309	0.3604	0.3715
2	海老名北 - 八王子	1.0176	0.3399	0.1081	0.2063	0.2556	0.2910
3	高井戸 - 大泉	18.6864	2.0168	0.1934	0.3107	0.3561	0.3796
4	八王子 鶴ヶ島	4.2553	0.7318	0.0248	0.0609	0.1185	0.1701
5	鶴ヶ島 - 久喜白岡	4.9954	0.8869	0.0442	0.2157	0.3016	0.3259
6	高崎 - 岩舟	4.1628	1.5559	0.0135	0.0535	0.1594	0.2390
7	久喜白岡 - つくば	4.1628	0.3669	0.0107	0.0704	0.1809	0.2384
8	栃木都賀 - 友部	3.6078	0.9409	0.0101	0.0569	0.1520	0.2102
9	三郷 - 高谷	11.1008	1.4477	0.2079	0.2827	0.2827	0.3207
10	つくば - 大栄	1.9426	0.4604	0.0143	0.0172	0.0418	0.0903
11	大栄 茨城	1.5726	0.5505	0.0050	0.0069	0.0298	0.0545
12	大栄 - 木更津	0.1850	0.0150	0.0059	0.0074	0.0194	0.0294

6. DEAによる効率性の評価

DEAにより、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。



建設費用を考慮した上で、新設セグメントを相対評価する。



優先順位をつける。

6.1 DEAの概要(1)

- ・ 多入力多出力システムの相対的な効率性を評価する手法
- ・ DMU (Decision Making Unit) : 分析対象

記号の定義

n : DMU の総数

m : 入力項目の総数

s : 出力項目の総数

x_{ij} : DMU _{j} の入力 i の値 ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$)

y_{rj} : DMU _{j} の出力 r の値 ($r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n$)

v_i : DMU _{j} の入力 i のウェイト ($r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n$)

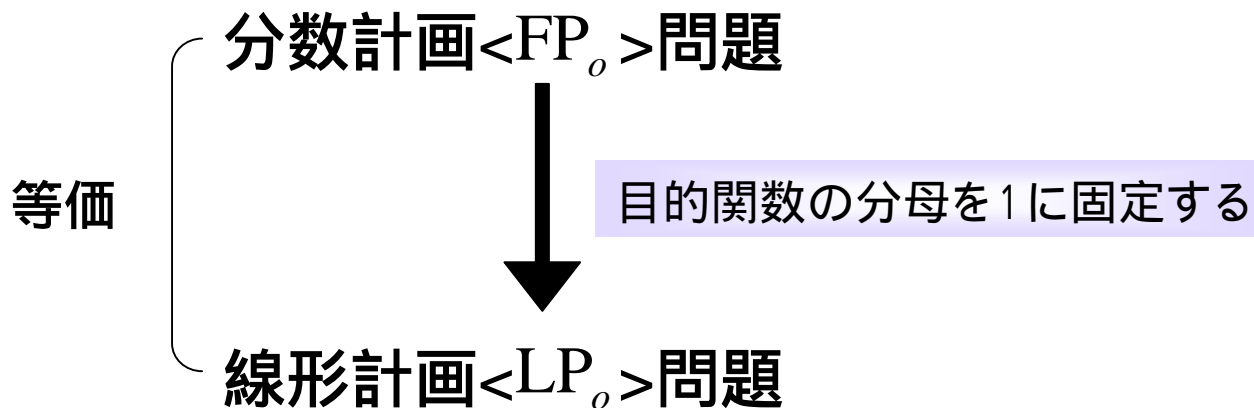
u_r : DMU _{j} の出力 r のウェイト ($r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n$)

6.1 DEAの概要(2)

n 個の DMU の中で, 分析対象となるものを DMU_o ($o=1, \dots, n$) とすると,

$$\text{比率尺度} = \frac{\text{仮想的出力}}{\text{仮想的入力}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

を最大化するように, 全ての DMU の比率を1以下に制限した上で最適なウェイト (v, u) を求め, その時の比率を DMU_o の効率値と定義する。



6.1 DEAの概要(3)

- CCRモデル -

$$\begin{aligned} \langle LP_o \rangle \quad \max \quad & \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad (j = 1, \dots, n) \\ & x_{ij}, y_{ij}, v_i, u_r \geq 0 \end{aligned}$$



$\langle LP_o \rangle$ の最適解を (v^*, u^*) とし, 目的関数値を θ^* とする.

$$\begin{cases} \theta^* = 1 & \cdots \text{DMU}_o \text{ はD効率的.} \\ \theta^* < 1 & \cdots \text{DMU}_o \text{ はD非効率的.} \end{cases}$$

6.2 分析方法

CCRモデルを適用し、二つに分けて分析を行う。

表6.1 入出力項目一覧

DMU	入力項目	出力項目	
新設候補 セグメント (12区間)	・用地買収費 (億円 / km) [各DMUの未開通部分]	・最短経路更新率 (%) ・平均距離短縮率 (%)	 距離短縮 の効率性
	・建設距離 (km) [各DMUの未開通部分] 平成15年12月現在	・バイパス機能含有率 (%) [$\alpha \in P = \{1.05, 1.1, 1.15, 1.2\}$]	 容量拡大 の効率性

6.3 入出力データ

表6.2 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)	最短経路更新率 (%)	平均距離短縮率 (%)	バイパス機能含有率(%)			
					=1.05	=1.1	=1.15	=1.2
用賀 - 高井戸	113.83	6.5	1.2026	0.0670	0.2900	0.3309	0.3604	0.3715
海老名北 - 八王子	39.21	22.4	1.0176	0.1101	0.1081	0.2063	0.2556	0.2910
高井戸 - 大泉	94.89	9.5	18.6864	1.0700	0.1934	0.3107	0.3561	0.3796
八王子 鶴ヶ島	27.41	11.6	4.2553	0.7142	0.0248	0.0609	0.1185	0.1701
鶴ヶ島 - 久喜白岡	28.37	30.6	4.9954	0.7169	0.0442	0.2157	0.3016	0.3259
高崎 - 岩舟	12.28	40.3	4.1628	1.4554	0.0135	0.0535	0.1594	0.2390
久喜白岡 - つくば	17.79	51.0	4.1628	0.3089	0.0107	0.0704	0.1809	0.2384
栃木都賀 - 友部	11.19	40.2	3.6078	1.0641	0.0101	0.0569	0.1520	0.2102
三郷 - 高谷	42.87	19.6	11.1008	0.3742	0.2079	0.2827	0.2827	0.3207
つくば - 大栄	9.92	43.6	1.9426	0.1677	0.0143	0.0172	0.0418	0.0903
大栄 茨城	7.75	67.9	1.5726	0.2086	0.0050	0.0069	0.0298	0.0545
大栄 - 木更津	6.02	68.0	0.1850	0.0012	0.0059	0.0074	0.0194	0.0294

6.4 評価方法

D効率値の平均より総合評価を算出する。

$$\text{総合評価 } T(N) = \frac{\sum_{\alpha \in P} \frac{(D_d + D_c)}{2}}{4}$$

$$P = \{1.05, 1.1, 1.15, 1.2\}$$

D_d : D効率値【距離短縮の効率性】

D_c : D効率値【容量拡大の効率性】

7. 分析・評価結果(1)

優先順位が最も高い

表7.1 分析結果

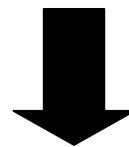
DMU	距離短縮の効率性	容量拡大の効率性				総合評価	優先順位
	D効率値 (D_d)	D効率値 (D_c)					
		=1.05	=1.1	=1.15	=1.2		
用賀 - 高井戸	0.1123	1	1	1	1	0.5470	8
海老名北 - 八王子	0.1593	1	0.3620	0.4695	0.4502	0.5291	9
高井戸 - 大泉	1	0.7942	1	1	1	0.9743	1
八王子 鶴ヶ島	0.9269	0.3359	0.4721	0.6835	0.8682	0.7950	5
鶴ヶ島 - 久喜白岡	0.4001	0.5655	1	1	1	0.7820	6
高崎 - 岩舟	1	0.3990	0.5731	0.9822	1	0.8693	3
久喜白岡 - つくば	0.1639	0.2187	0.5205	0.7987	0.7462	0.6431	7
栃木都賀 - 友部	0.6732	0.3272	0.6694	1	0.9648	0.8457	4
三郷 - 高谷	0.7666	0.7678	0.9990	1	1	0.9709	2
つくば - 大栄	0.4129	0.5218	0.2280	0.3102	0.4678	0.4798	10
大栄 茨城	0.3694	0.2351	0.1174	0.2826	0.3612	0.4238	11
大栄 - 木更津	0.0367	0.3563	0.1624	0.2377	0.2506	0.1712	12

7. 分析・評価結果(2)

表7.1 独立的評価

+

総合評価(優先順位)が最も高いDMU1区
間を**既存セグメント**とした上で、同様な算定、
DEA分析を繰り返す。 從属的評価



優先順位の比較

7. 分析・評価結果(3)

- 両評価(独立的評価, 従属的評価)での優先順位 -

□: 独立的評価

△: 従属的評価

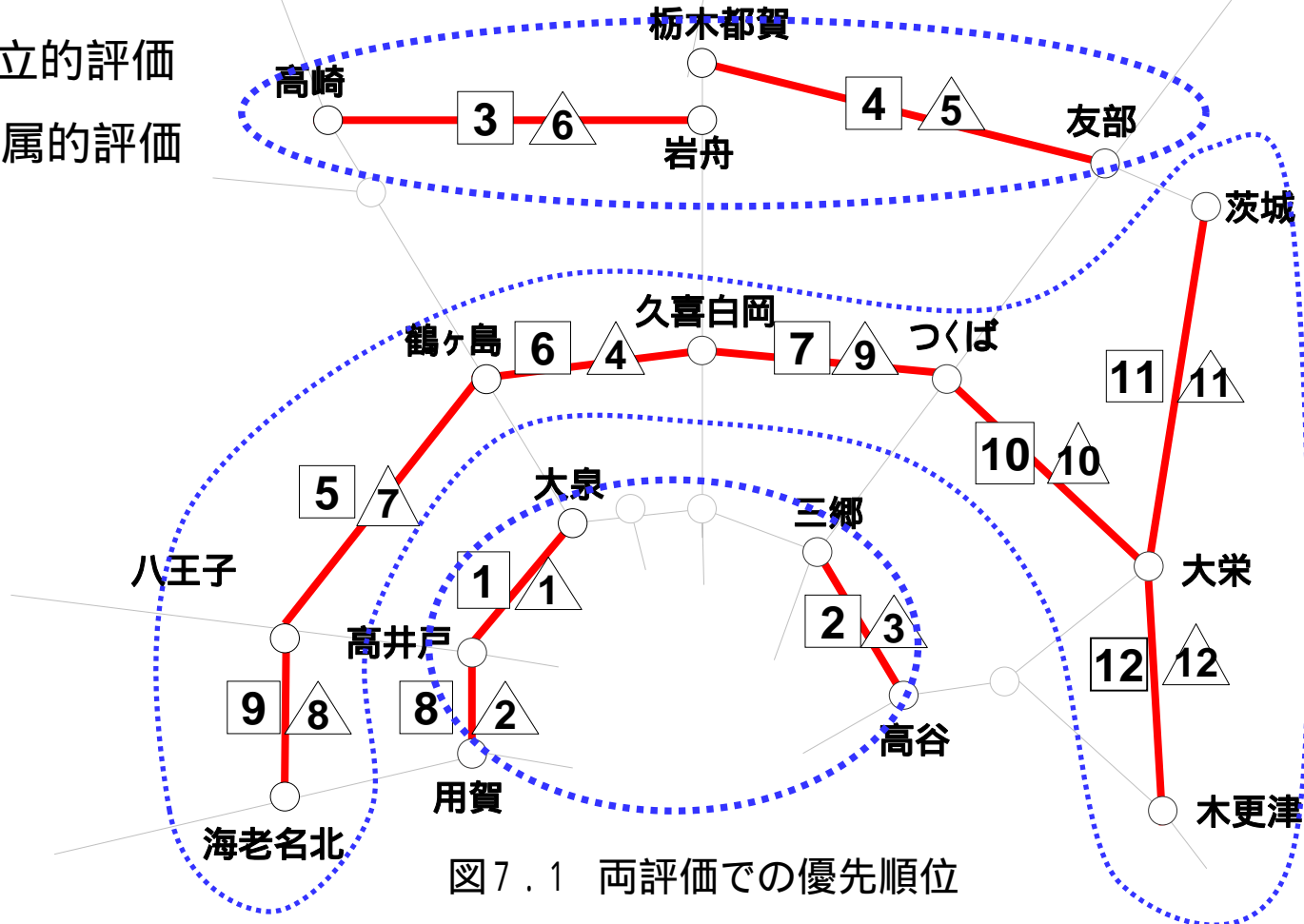


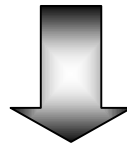
図7.1 両評価での優先順位

8. 考察(1)

独立的評価

従属的評価

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。



新設候補セグメント毎の評価

+

広域的な枠組みでの評価

8. 考察(2)

- 広域的枠組みでの建設優先順位 -

高 ↑
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)

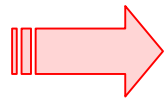
測定対象の中心から遠いところに位置する新設候補セグメント群
北関東道

低 ↓
, 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)

8. 考察(3)

- 低効率的なセグメントに対する留意点 -

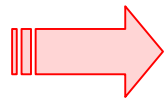
・海老名北-八王子間 …… 第二東名道に接続予定



より広域的な分析による評価が必要.

・つくば-大栄-木更津間, 大栄-茨城間

…… 地形上, ネットワークの拡充が限定的.



建設見直しが必要.

9. まとめ(1)

関東一円のみ対象とし, 新設候補セグメント
について, ネットワークの構造, 及び特性値を
用いて, DEA分析を行ない, 評価した.



結果は,

ある一定の妥当性を得られた.

9. まとめ(2)

- 今後の課題 -

より広域的(全国的)なネットワークに
拡張した上での評価を行う。

推定データを用いたDEAによる評価を
組み合わせて、より多角的な評価を行う。

10. 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/>）
- [4] 首都高速道路公団ホームページ（<http://www.mex.go.jp/>）
- [5] 国土交通省ホームページ（<http://www.mlit.go.jp>）
- [6] 戸田 和宏：「バス路線の決定問題」
東京理科大学工学部経営工学科卒業論文（2001）