

首都高速道路における所要時間の信頼性指標を用いた事業評価事例*

A study about the project evaluation method using the travel time reliability on Tokyo Metropolitan Expressway *

宗像 恵子**・割田 博*** 岡田 知朗****

By Keiko MUNAKATA**・Hiroshi WARITA*** Tomoaki OKADA

1. はじめに

道路ネットワークの整備に伴い、渋滞の削減や所要時間の短縮など、サービスレベルを向上する整備効果が挙げられている。また、近年急速に発展しているITS技術による施策も、道路交通の安全性や円滑性の向上等その導入効果を発現してきている。しかし、各種施策の導入効果に関する評価の殆どは渋滞量や事故件数の単純な減少量に着目したものに留まっており、異なる施策を統一的に評価することが出来るとは言い難い。道路管理者・利用者の観点から様々な施策を統一的に評価することは、その導入を促進する上で重要な意義を有している。

そこで我々は、手法を問わず統一的に評価可能な手法として、所要時間の信頼性に着目した評価手法の検討を進めてきた。これまでも首都高速道路を対象とした所要時間信頼性に関する研究は、割田ら¹⁾による旅行時間情報提供の統計処理上での変動特性に関する分析や、丸山ら²⁾による交通安全対策としてのITS施策と新規路線の整備効果を対象に所要時間のバラツキや信頼性に着目した分析が実施されている。本研究では平成19年12月末に供用した中央環状新宿線の実施効果を、丸山らと同様の指標を用いて評価し、その評価手法の有効性について検討を行い、新たな手法の確立を目指す。

2. 分析手法

(1) 対象箇所

本稿で対象とした事例の実施箇所を図-1に示す。

*キーワード：公共事業評価法、交通ネットワーク分析

**非会員、MET、首都高速道路株式会社

(東京都千代田区霞が関1-4-1、
TEL03-3539-9507、FAX03-5379-0125)

***正員、工博、首都高速道路株式会社

(東京都千代田区霞が関1-4-1、
TEL03-3539-9507、FAX03-5379-0125)

***正員、MET、首都高速道路株式会社

(東京都千代田区霞が関1-4-1、
TEL03-3539-9507、FAX03-5379-0125)



図-1 首都高速道路網と対象施策箇所

対象箇所は4号新宿線と5号新宿線の間を接続する環状線6.7kmであり、環状道路の一部である。この区間の開通により、ネットワークとしての充実が図られ、ルート選択が大きく広がった。この道路ネットワークの整備に伴う所要時間の信頼性に着目し、分析を行う。

(2) 利用データ

分析に用いたデータは、首都高速道路上に約300m間隔で設置されている車両感知器データから得られる5分間隔データを用い、タイムスライス法で算出される所要時間データを使用した。タイムスライス法とは、本線上を約700m間隔で分割された区間・時間に対応したテーブルを設定し、出発地の区間・時間に対応した各区間から到着地の区間・時間に対応した区間まで、走行軌跡を追うように所要時間を算出する方法である³⁾。

データの取得期間は路線開通後約1ヶ月を過ぎた2008年1月15日から2月29日の全日データと、供用前状況として前年同時期(2007年1月15日~2月28日)の全日データを用いた。

(3) 所要時間信頼性を評価する指標

出発地を毎正時に出発した場合の所要時間データを算出し、開通前後の所要時間のタイル値(95%, 90%, 85%, 70%, 50%, 15%, 10%, 5%) BI 値(

Buffer Time Index：余裕時間指数）平均値及び標準偏差を算出し、評価指標とした。BI値は所要時間を安全側で見た余裕幅を指標で見ることができ、主に米国での所要時間信頼性評価に用いられている指標であり、BT（Buffer Time：余裕時間=95%タイル値 - 平均値）を平均値で除することにより算出され⁴⁾、本研究では試行的に算出することとした。BIの算出式は、式-1の通りである。

$$BufferTimeIndex(BI) = \frac{95\% \text{タイル値} - \text{平均値}}{\text{平均値}} \dots \text{式-1}$$

(4) ルートの選定

新規路線の開通効果を計るために、選定されたODペアの供用前後の所要時間を用いて比較を行う。ルートの選定にあたっては、1)新規路線を用いたルートと既存のルートの経路選択を有する、2)比較的多い利用交通が見込まれる、ことを考慮し、中央道接続（高井戸）から常磐道接続（三郷）とした。開通前は、都心環状線を経由したルート（以下、都環ルート）、開通後は都環ルートまたは中央環状線経由のルート（以下、中環ルート）の選択が可能である。これらのルートを図-2に示す。都環ルートは38km、中間ルートは39kmと約1kmの距離差である。

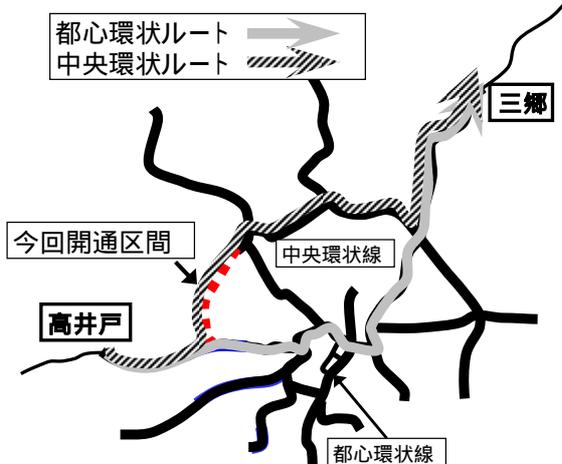


図-2 高井戸～三郷の都環ルートと中環ルート

3. 分析結果

(1) 所要時間のタイル値比較

開通前の2007年都環ルート、開通後の2008年都環ルート及び2008年中環ルートの旅行時間を出発時刻ごとにタイル値にて表示する(図-3~5)。タイル値は95%,85%,50%(中央値),15%,5%タイル値を示す。

都環ルート、中環ルートは距離差があまりないため、両ルート及び開通前後とも渋滞混雑がない深夜の時間帯は、概ね30分程度の所要時間であり、そのバラツキはほとんどない。朝の11時前後と夕方の18時頃にピークが発生するのは都環ルートでは同じだが、開通前は85%タイ

ル値で90分以上、中央値で65分程度かかっていたところが、同じルートを利用しても、85%タイル値では70分程度、中央値では朝のピークは50分程度で走行可能となった。新たなルートとなる中環ルートでは、朝ピーク時の85%タイル値でも55分、中央値であれば40分弱でバラツキの少ない所要時間となる。

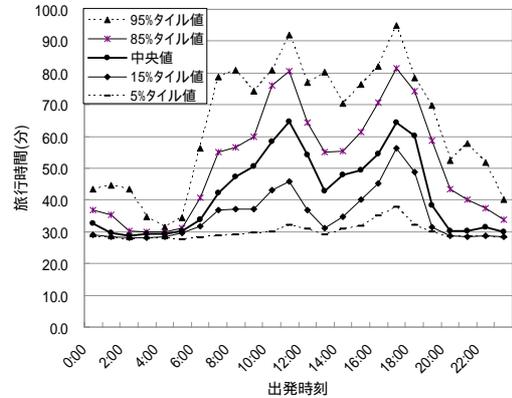


図-3 所要時間分布(2007年_都環ルート)

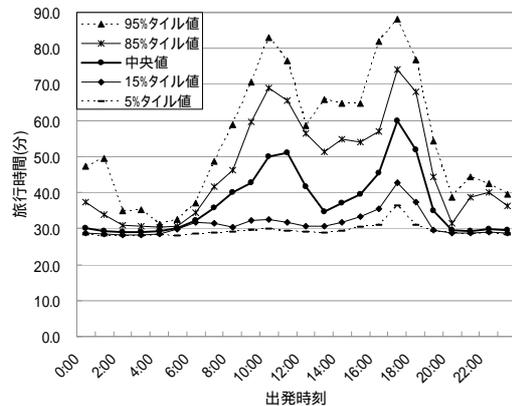


図-4 所要時間分布(2008年_都環ルート)

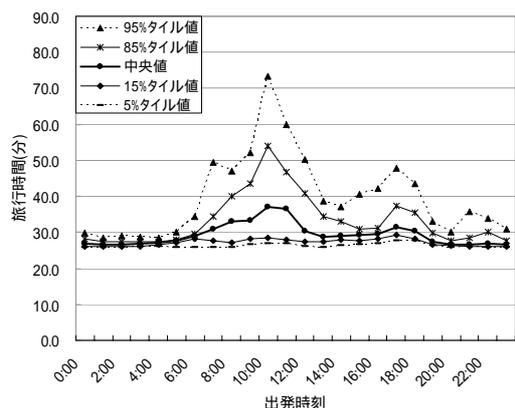


図-5 所要時間分布(2008年_中環ルート)

(2) BI値 (Buffer Time Index) 比較

図-3から5の旅行時間からBI値を算出し、出発時刻ごとに表示する(図-6)。朝の立ち上がりの8時頃や夜間の22時以降については、2007年のBI値に比べると2008年の両ルートでは改善効果 (BI値の低下) がみられたが、朝

の11時台では、BI値は2008年のほうが高く、BI値のみを見ると改悪されたかのような結果となった。他の時間帯においても、同じ2008年の2つのルートでも傾向が全く逆を示すなど、効果の判定が難しい。

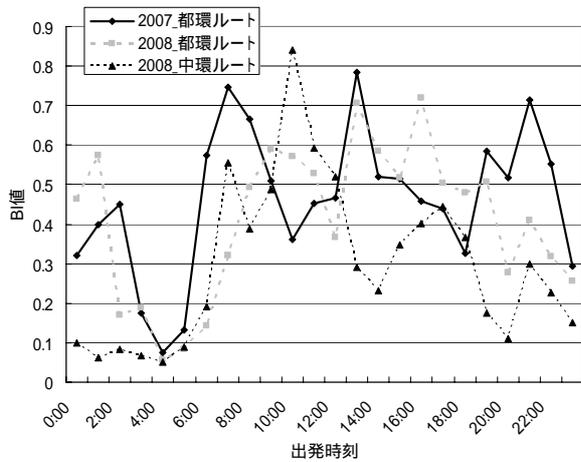


図 - 6 所要時間分布(BI値)

(3) 平均値、標準偏差の比較

同じデータを用いて旅行時間の平均値を折れ線グラフ、標準偏差を棒グラフにて図-7に示す。

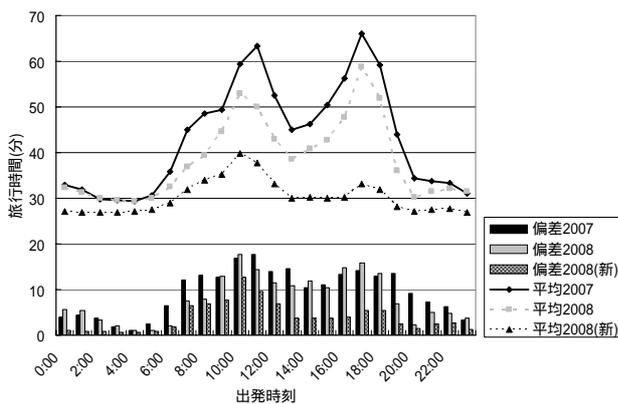


図 - 7 所要時間分布(平均値及び標準偏差)

2007年から比べると2008年の平均値は減少しており、新たな中環ルートでは40分を超えず、ピーク時では - 25分程度の大きな減少効果が見られた。標準偏差についても、中環ルートは明らかに減少しており10分以下である。2008年の都環ルートでは朝と夕のピーク時には2007年より標準偏差は若干増加する。グラフの形式を変え、平均値から標準偏差の幅を併せてグラフ上に表示すると図8のとおりとなり、両者を併せた効果が明確になる。2008年の都環ルートで標準偏差が2007年より増加した時間帯においても、トータルの見込み時間の幅としては、2008年のほうが改善されている。また、2008年の中環ルートにいたっては、見込み時間の幅は2007年の都環ルートの平均値以下となり大きな改善効果があったといえる。

さらに、改善された効果や程度を明確にするために平均値と標準偏差の2007年データと2008年データの

差分を図-9に示す。平均旅行時間の減少分を横軸に、標準偏差の減少分を縦軸に示す。負の値は増加を意味する。都環ルートのある時間帯のみ標準偏差で2分程度増加するが、深夜帯の標準偏差が5分以下であること(図-7)を考慮すると、誤差の範囲と思われる。

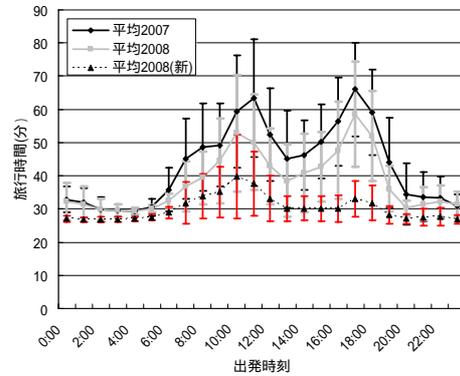


図 - 8 所要時間の平均値とバラツキ(標準偏差)

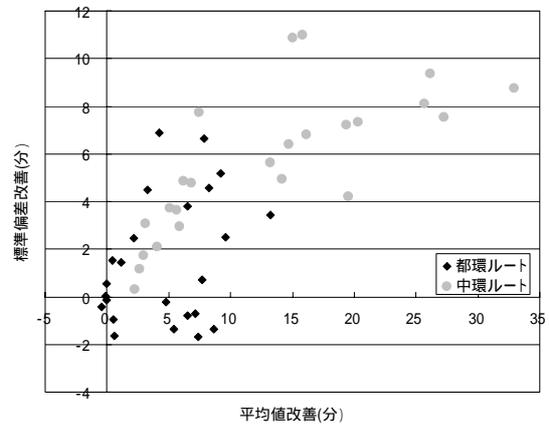


図 - 9 平均値と標準偏差の改善効果

4. 考察

(1) 適用した評価指標について

所要時間のタイル値、BI値、平均及び標準偏差を用いて開通路線の効果を分析した。タイル値、平均及び標準偏差については、その改善効果が明確であったが、BI値については効果が不明確であった。これは、BI値は平均値で除するため、平均値が大幅に改善されるような今回の事業については適切な指標でないことがわかる。

またBI値で評価する路線や事業が、首都高速道路のように昼間はほとんど日常的に交通集中や事故等を原因とする渋滞が発生しているネットワークを評価する前提で設定されていない、ということが推察される。常時は渋滞等があまり発生せず、事故等の突発的な事象により急激に所要時間が延びてしまう場合のみを対象とする場合は、95%タイル値や平均値を用いた指標というのは有効かもしれないが、首都高のように日常的な渋滞が発生す

る箇所では適切な指標でないと考えられる。

タイム値の比較については、大まかなバラツキや旅行時間推定の際の余裕時間(Buffer Time)が把握できるが、事業の評価に際し、事前・事後効果を数値的に表記するには難しい面もある。

平均値や標準偏差は比較的一般のユーザにも理解しやすい指標であり、事業の事前・事後効果の評価においても視覚的・感覚的にわかりやすい指標と思われる。しかし、旅行時間や速度の分布が正規分布ではなく非常に偏りのある分布であることを鑑みると、母集団を代表する値とはいえ、最適な指標とは言いがたい。

(2) 首都高速道路における適切な評価指標の提案

既存の指標により新規路線の事業評価を行ったが、首都高の特性にあった指標とは言いがたい指標であることがわかった。そのため、首都高の特性を考慮した新たな指標の提案を行いたい。

首都高の特性としては、慢性的に交通集中による渋滞が発生している、時間帯や事故などの様々な事象により渋滞がひどく伸びた場合は、激しく旅行時間が延びる(渋滞がない場合の約3倍もの所要時間を要する(図-3))。この両者を考慮するために2つの指標を提案する。

通常時の余裕時間インデックス(Index_normal)

通常時の状態を50%タイム値としTaveとする。渋滞が全くない場合の走行状態を5%タイム値(Tmin)とし、この差分を通常時の余裕時間とする。正規化するためにTminで割り戻す(式-2)。

$$Index_{normal} = (T_{ave} - T_{min}) / T_{min} \quad \dots \text{式-2}$$

異常時の余裕時間インデックス(Index_ubnormal)

渋滞に及ぼす悪影響が重なった場合など、最悪のケースを想定した場合の旅行時間を95%タイム値としTmaxとする。渋滞がない場合と同様に5%とタイム値とし、この差分を異常時の余裕時間(最大見込み余裕時間)とし、同様に正規化する(式-3)。

$$Index_{ubnormal} = (T_{max} - T_{min}) / T_{min} \quad \dots \text{式-3}$$

これらの指標を用いて、同じ高井戸～三郷間、2007年と2008年の比較を行うと図-10,11のとおりとなる。提案した指標から、通常時は都環ルート・中環ルートともに効果が見られ、中環ルートに関しては必要な見込み時間が夕方ピークでも2割弱であり(Index_normal=0.2弱)、所要時間の信頼性は高いルートといえる。異常時(最大)の指標は、朝ピークはほとんど変わらないが、夕方ピークでは中環ルートの値は大幅に減少し、深夜～明け方にも大きな減少が見られ信頼性が向上したといえる。安全対策などの施策においては、後者の異常時における値が改善されると思われるが、新規路線については通常時の

改善効果のほうが大きかった。

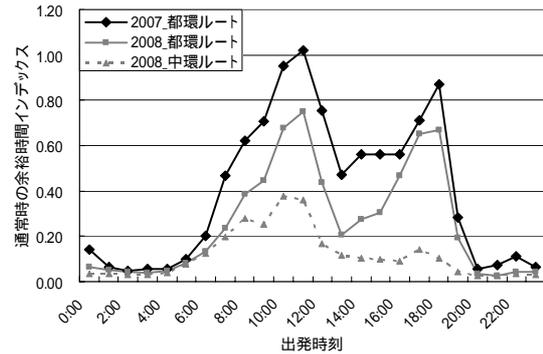


図-10 通常時の余裕時間インデックス

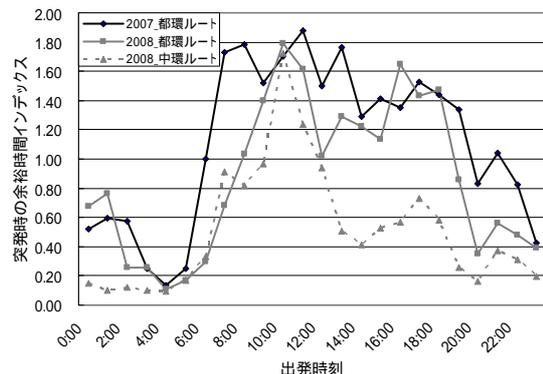


図-11 突発時の余裕時間インデックス

5. さいごに

新規路線整備効果の評価を所要時間の信頼性指標を用いて行った。BI値など既存の指標では首都高の特性を鑑みると適当ではないと思われたため、新たな指標を提案した。同じデータを用いた結果、特性を反映した評価ができたと思われるが、今後さらに様々な事例やデータを用いて検証を進める予定である。また、その他に下記の課題が考えられる。

- ・ 特定ODペアや特定のルートを用いた評価からネットワーク全体を評価する手法へ展開
- ・ データ収集期間や利用データ(全日)の妥当性検証
- ・ 事故などの事象と所要時間信頼性指標の関連性
- ・ 事前/事後比較の相対的な評価から絶対的な評価へ。また絶対的な評価のベースとなる、求める(求められる)サービスレベルの設定
- ・ ユーザの利便性向上へ展開、ネットワークの効率的な運用指標への展開

参考文献

- 1) 割田博, 吉田寛: 首都高速道路における所要時間変動特性の分析, 第22回交通工学研究発表会, pp61-64, 2002年10月
- 2) 丸山俊明, 田畑大, 岡田知朗, 割田博: 所要時間信頼性評価によるITS等導入効果の検証手法に関する研究, 第6回ITSシンポジウム, 2007年
- 3) 割田博, 岡田知朗, 岡野孝司: 首都高速道路における所要時間の現状と今後, 交通工学第41巻増刊号, pp59-63, 2006年