

# 首都高速道路における所要時間信頼性指標を用いたネットワーク全体の評価手法の検討\*

A study overview of the network using travel time reliability on Tokyo Metropolitan Expressway \*

宗像 恵子\*\*・割田 博\*\*\*・山下 浩行\*\*\*\*

By Keiko MUNAKATA\*\*・Hiroshi WARITA\*\*\*・Hiroyuki YAMASHITA\*\*\*\*

## 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。

そのため、これまで様々な研究・分析が行われてきている<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>。しかし、これまでの評価においては、異なる施策を各々の関連するルートや路線のみの事前/事後評価を行うなど、特定のODルートに限定された所要時間信頼性の評価を行ってきており、ネットワーク全体の評価には課題が残る。また、利用者・道路管理者双方に評価できる指標、かつ、わかり易い指標が求められるが、なかなか利用者にとってわかり易い指標というものになっていない。さらに、道路管理者にとっては、利用交通量は収益という観点から、ネットワークが有効に利用されているかどうか判断するのに、非常に重要な項目の一つであるが、既存の手法等では、交通量については、まったく考慮していない。

そこで、本研究では ネットワーク全体や区間ごとの評価が可能、交通量を含めた評価可能、事故や工事などの特異事象も含めて評価可能、かつ 利用者にわかり易い、という条件を満たす、新たな指標の提案を行うものである。この際、既存の所要時間信頼性指標や所要時間にこだわらない指標設定を行った。

\*キーワード：公共事業評価法、交通ネットワーク分析

\*\* MET、首都高速道路株式会社

(東京都千代田区霞が関1-4-1、

E-mail: k.munakata613@shutoko.jp)

\*\*\* 正員、博(工)、首都高速道路株式会社

E-mail: h.warita1116@shutoko.jp)

\*\*\*\* パシフィックコンサルタンツ株式会社

E-mail: hiroyuki.yamashita@ss.pacific.co.jp)

## 2. 既存指標の整理

新たな指標の提案の前に、既存指標の問題点等を整理する。既存指標の整理は、倉内ら<sup>(1)</sup>、若林ら<sup>(2)</sup>、梶原ら<sup>(3)</sup>により多側面からの整理や比較検討がなされている。米国などで用いられているPTI(Planning Time Index)値は、PT(Planning Time: 95%タイル所要時間: TT95)を最小所要時間で除したものである。TT95は事故時などの特異事象時における所要時間を加味したタイル値だが、所要時間のバラつきを局所的にしか表現しえない。英国で用いられている信頼性指標も、遅いほうから10%といった局所的なバラつきしか表現できていない。BTI(Buffer Time Index)値は、BT(Buffer Time: TT95 - TTave)を、平均所要時間で割ったものであるが、平均所要時間が大幅に減少した施策等においては、所要時間が改善されたにも係らず信頼性が低くなるといった弊害があり、平均所要時間が大きく変化する場合には適用できない。筆者らは<sup>(4)(5)</sup>、このBTI値に改善を加えた指標INDEX normal(平常時のバラつきを規制速度などの一定速度での所要時間を元に考慮: (TT50 - TT規制) / TT規制)、INDEX abnormal値(特異事象時のバラつきを規制速度などの一定速度での所要時間を元に考慮: (TT95 - TT規制) / TT規制)を提案したが、これらも交通量(走行台数、走行距離)を考慮していない。

交通量(走行台数、走行距離)を考慮した既存指標としては、走行台キロが用いられている。単独で信頼性指標とはなりえないが、この走行台キロを指標の算出式に加えることも考えられる。

利用者・管理者ともにわかり易い指標の一つとして、損失時間が現況用いられている。規制速度などの一定速度で走行した際の所要時間を基準とし、渋滞などで、それ以上に時間がかかった場合の所要時間を損失時間とし、その総計で評価を行っている。

これらの指標を1.の ~ の観点から整理した表を表-1に示す。また、本来の所要時間のバラつきを考慮した評価が可能か否かといった観点から「信頼性」の項目も併せて記載している。

表 - 1 既存指標の再整理

指標	定義	信頼性	ネットワークの考慮	交通量を考慮	特異事象も含めて評価可	利用者にわかり易い
規制速度所要時間 (TT <sub>規制</sub> (固定値))	規制速度での所要時間	×	×	×	×	
平均所要時間 (TT <sub>tave</sub> )	平均速度での所要時間	×		×		
50%タイル所要時間 (中央値: TT50)	所要時間の累積50%値	×		×	×	
95%タイル所要時間 (TT95)	所要時間の累積95%値			×		
PTI(Planning Time Index) (PTI = TT95 / TT <sub>tmin</sub> )	95%タイル所要時間を最小時間で割った値			×		×
BTI(Buffer Time Index) (BTI = (TT95 - TT <sub>tave</sub> ) / TT <sub>tave</sub> )	95%タイル所要時間から平均所要時間を引いた時間を平均所要時間で割った値			×		×
英国の信頼性指標	遅い方から10%の確率で発生する所要時間の加重平均			×		×
INDEX normal ( (TT50 - TT <sub>規制</sub> ) / TT <sub>規制</sub> )	平常時に想定する遅れ時間(50%タイル所要時間から規制速度所要時間を引いた時間)を規制速度所要時間で割った値			×	×	
INDEX ubnormal ( (TT95 - TT <sub>規制</sub> ) / TT <sub>規制</sub> )	異常時に想定する遅れ時間(95%タイル所要時間から規制速度所要時間を引いた時間)を規制速度所要時間で割った値			×		
総損失時間	実際の所要時間からある基準値(ここでは、規制速度)で走行した場合の所要時間の差分の合計(差分が正の場合のみ合計)			×		
総走行台キロ	交通量と延長を乗じた値の合計	×			×	

### 3. 新たな指標の設定の基準及び指標(案)

新たな指標を提案するにあたり1.でも述べた以下の設定基準をもとに提案を行う。

- ネットワーク全体や区間ごとの評価が可能
- 交通量を含めた評価が可能
- 事故や工事などの特異事象も含めて評価が可能
- 利用者・管理者ともにわかり易い

本稿では、利用者にわかり易く、交通量を考慮でき、かつネットワークでの評価がしやすい総損失時間と総走行台キロを採用し、以下の指標を設定する。損失時間と交通量をとともに現し、ネットワーク全体の非効率的な使われ方を示すため、LEI(Loss Efficiency Index)と定義する。

LEI = 総損失時間 / 総走行台キロ ...式 - 1

(総損失時間 = (TT<sub>n</sub> - TT<sub>規制</sub>) × 交通量)

(総走行台キロ = 延長 × 交通量)

ここで総損失時間は、毎5分データ個々のサンプルデータと規制速度で走行した場合の所要時間の差分に交通量を乗じたものの総和とする。総損失時間と総走行台キロの算出には、事故や工事などの特異事象をも含めた値を用いた。また、既存信頼性指標との差異という意味では、既存信頼性指標が50%タイル値や95%タイル値、などやそれらの差分等を用いた値であり、統計的に処理されてしまった平均的な値であるのに対し、損失時間は、個々のサンプルデータを用いることから、平均化された値とは異なる。

これらの指標の意味合いを考えると、総損失時間は利用者にとってのサービスレベルを示すものであり、小さくなれば利用者の損失が少ないこととなる。また、総走行台キロは管理者サイドの指標であり、大きくなることにより収益性が増大することを意味する。これらの二つの指標を兼ね備えたLEIが大きくなることは利用者の損失時間の増加もしくは、総走行台キロが減少した場合(すなわち収益性が悪化した場合)であり、小さくなればなるほどサービスレベル、収益性ともに高い状態といえる。また、中庸レベルの場合でも、損失時間が少ないにも係らず総走行台キロも少ない場合と、損失時間・総走行台キロともに大きい場合の二つに分けられる。これらのサービスレベルの良い順序から以下のとおりとなる。

Level\_1: 損失小(+), 収益性大(+)

Level\_2: 損失小(+), 収益性小(-)

Level\_3: 損失大(-), 収益性大(+)

Level\_4: 損失大(-), 収益性小(-)

これらを整理したものを表 - 2 に示す。

表 - 2 提案指標のサービスレベル・収益性の整理

	小	中	大
総損失時間	サービスレベル大 利用者損失小(+)	-	サービスレベル小 利用者損失大(-)
総走行台キロ	収益レベル小 管理者収益小(-)	-	収益レベル大 管理者収益大(+)
総損失時間 / 総走行台キロ	サービスレベル大 収益レベル大	-	サービスレベル小 収益レベル小
	損失時間小 総走行台キロ大 (Level_1)	損失時間小 総走行台キロ小 (Level_2)	損失時間大 総走行台キロ小 (Level_4)
		損失時間大 総走行台キロ大 (Level_3)	

#### 4. 適応事例と検証

提案した指標を用いて、実事例を検証してみる。対象事例としては、中央環状新宿線（4～5号間）供用前後の比較を行う。供用区間を図-1に示す。分析対象は全路線とする。



図-1 供用区間と首都高ネットワーク図

##### (1) 使用データ

分析に用いるデータは、首都高全線とし、車両感知器の5分間区間データを利用する。データ収集期間は以下のとおり。

- ・供用前：2007年11月（平日）
- ・供用後：2008年11月（平日）

##### (2) 算出結果

上記のデータを用い、総損失時間、総走行台キロ、および総損失時間/総走行台キロを算出した。ネットワーク全体、区間単位において、日平均及び時間帯別平均を算出した。

ネットワーク全体における日平均比較を表-3に示す。総損失時間は約45%減と激減し、総走行台キロは約3%減と微減、総損失時間/総走行台キロは43%減となった。中央環状線の供用というネットワーク整備により、渋滞削減効果が大きかったことがわかる。

表-3 ネットワーク全体・日平均比較

期間	総損失時間 台・時/日	総走行台キロ 台・km/日	総損失時間/総走行台キロ 時/km × 10 <sup>-3</sup>
2007年11月	71,638	22,893,696	3.13
2008年11月	39,489	22,147,088	1.78
2008年11月 - 2007年11	32,149	746,608	1.35

ネットワーク全体における時間帯別平均比較（2008年 - 2007年の差分）を表-4に示す。総損失時間の増減を見ると、0時台～21時台までの時間帯で減少している。特

に、5時台、13時-16時台、20時台の時間帯で、前年度比半減と大きく減少した。総走行台キロで見ると、7時台、10-11時台、15時-17時台では増加傾向を示している。これらの変動から、総損失時間/総走行台キロは、0時-21時台の全ての時間帯で減少しており、特に16時台は総走行台キロも増加していることから改善効果ももっとも大きい時間帯となった。22時台と23時台では、総損失時間が増加している。これは、2008年11月に夜間の実施された工事規制により一部の区間（晴海線供用前の湾岸西行き等）で走行速度が低下したためと考えられる。

表-4 ネットワーク全体・時間帯別評価

時間帯	総損失時間 台時/日	総走行台キロ 台・km/日	総損失時間/ 総走行台キロ 時/km × 10 <sup>-3</sup>
0時台	37	59,499	0.04
1時台	26	57,591	0.03
2時台	4	47,786	0.00
3時台	18	36,749	0.04
4時台	3	44,213	0.00
5時台	108	75,076	0.13
6時台	1,358	35,604	1.06
7時台	1,753	15,760	1.36
8時台	1,361	5,090	1.05
9時台	1,605	7,586	1.29
10時台	2,240	7,795	1.95
11時台	2,752	8,439	2.46
12時台	2,551	25,131	2.23
13時台	1,413	44,939	1.20
14時台	1,812	18,625	1.52
15時台	2,937	5,194	2.45
16時台	3,642	7,482	3.00
17時台	3,567	20,556	2.94
18時台	2,552	2,619	2.20
19時台	1,644	56,154	1.47
20時台	431	76,036	0.46
21時台	18	62,961	0.01
22時台	135	59,142	0.25
23時台	34	64,602	0.12

次に、ネットワーク全体や区間での算出結果を確認する。総損失時間/総走行台キロの全時間帯における2007年と2008年比較を図-2に示す。上下線と比較すると、上り線の方が、総損失時間/総走行台キロの値が大きい区間が多い傾向にある。図-2と同様の比較を時間帯別に行った結果、総損失時間/総走行台キロは、上り線においては5時台～19時台の連続した時間帯（15時間帯）で、1×10<sup>-3</sup>時/km以上となった区間が多い。一方、下り線においては、18時台～21時台の連続した時間帯（4時間帯）において、1×10<sup>-3</sup>時/km以上となった区間が見られた（22時台～0時台では、3号線下りのみ）。2008年11月に総損失時間/総走行台キロの発生状況が時間帯別で大きく変化した箇所として、4号下りが挙げられる。17時台～19時台において、総損失時間/総走行台キロの増大が顕著である。山手トンネル供用後のトンネル合流部においてに速度低下が発生しているためと考えられる。

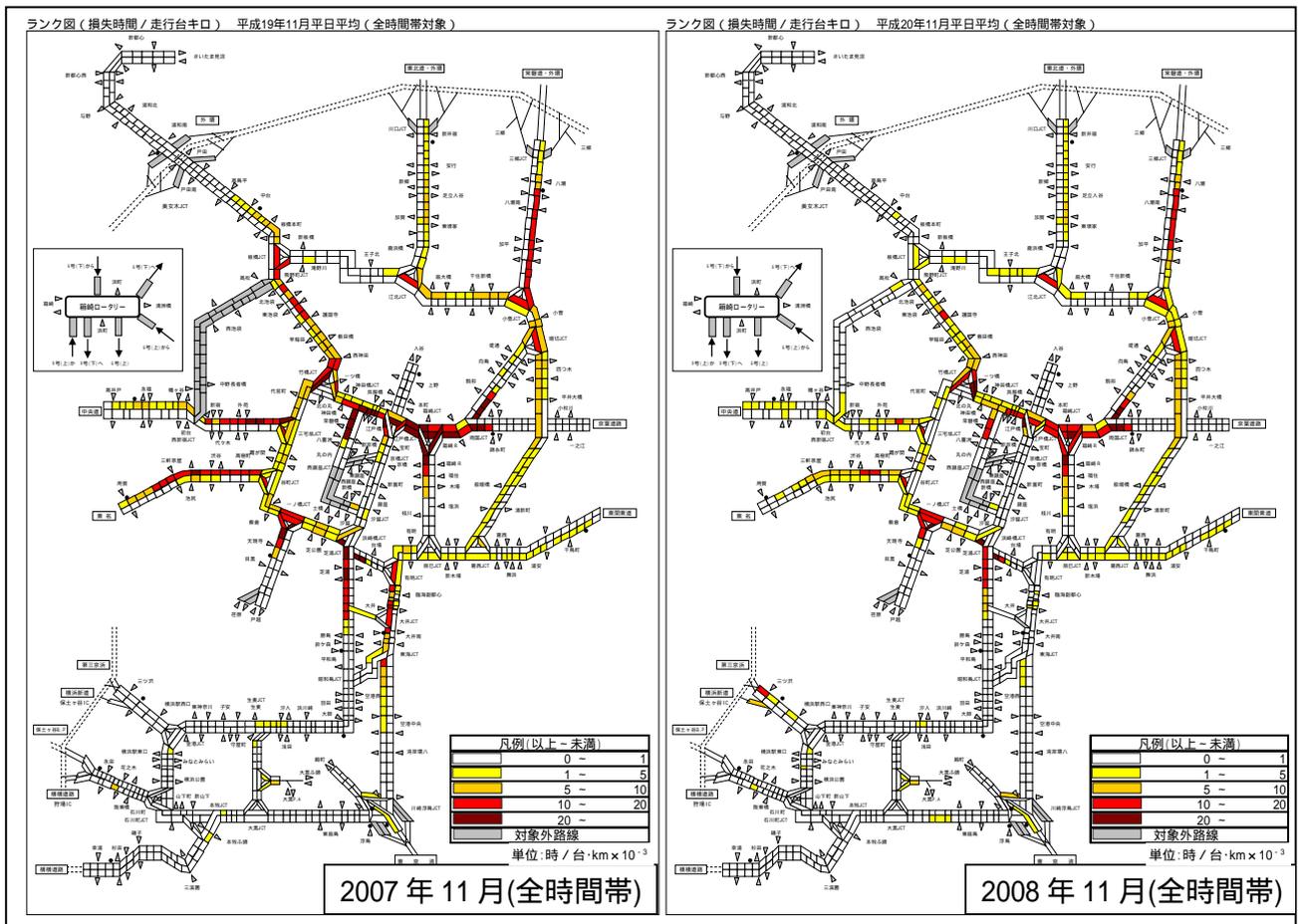


図 - 2 総損失時間 / 総走行台キロのネットワーク全体・区間における比較

### 5. おわりに

交通量をも加味したネットワーク全体や区間を俯瞰的に評価できる指標の提案を行った。ネットワーク全体でのランク分け、また時間帯別にこれらを見ていくことにより、当該時間帯・当該箇所においての特異事象（今回の適用事例では、湾岸線部における工事）をも含めた評価が実施可能であることがわかった。個々の事故等については、今回の検討では考慮しなかったが、事故についても同様に評価可能であると思われる。

また、利用者・管理者ともに、今回のようにネットワークにサービスレベル別に着色し示すことで、損失時間が大きく利用者便益が低い区間がわかる。図-2を時間大別にして示すことで、損失の多い箇所がわかるため、利用者の経路選択の一助となる。

総走行台キロの変化はあまり大きくないため、指標としては損失時間の影響が大きく、走行台キロの及ぼす影響は低いが、管理者にとってもネットワーク全体で効率的に使われていない（損失が大きい）箇所が明白である。

今後の課題としては、評価閾値の設定が挙げられる。今回の評価は、一定間隔の閾値を機械的に設定したが、運用評価やサービスレベルの評価に用いるには、閾値の設定を更に検討する必要がある。また、3. で述べた、

中庸レベルの範囲には、Level\_2、Level\_3と、損失時間と総走行台キロの関係からサービスレベルが分けられると述べたが、今回の検討では、この中庸域の評価指標に対してはレベル分けを行っていない。今後これらのレベル分けについても、評価の方法・項目に応じた設定方法の検討が必要と考えられる。また、必要に応じては、更なるレベルの細分化も考えられる。

また、今回ネットワーク全体のほかに、区間毎の評価指標も算出し、ネットワーク上での弱点区間がはっきりわかったが、実際の状況を見ると、湾岸線など車線数の多い箇所、JCT手前の車線状況の大きく異なる箇所などにおいては、区間から車線区間別の評価といった細分化も今後の可能性と考えられる。

### 参考文献

- 1) 倉内文孝, 宇野伸宏, 嶋本寛, 山崎浩気: 交通ネットワークサービスの信頼性解析に関する研究動向: 土木計画学研究・論文集, vol.35, CD-ROM, 2007.6
- 2) 若林拓史: 各種旅行時間信頼性指標の比較と課題: 土木計画学研究・論文集, vol.37, CD-ROM, 2007.6.
- 3) 梶原一夫, 石田貴志, 野中康弘: 所要時間の信頼性に関する評価指標の比較分析: 土木計画学研究・論文集, vol.37, CD-ROM, 2007.6.
- 4) 宗像恵子, 割田博, 岡田知朗: 首都高速道路における所要時間間の信頼性指標を用いた事業評価事例: 土木計画学研究・論文集, vol.37, CD-ROM, 2007.6.
- 5) 宗像恵子, 割田博, 岡田知朗: 首都高速道路ネットワークにおける信頼性評価手法の適用性に関する研究: 第7回ITSシンポジウム, 2008