

道路利用サービス低下に基づく維持修繕事業の計画立案*

Road maintenance planning based on degeneration of traffic service*

桂 謙吾**・藤本圭太郎***・中原圭太****・日野伸一*****

By Kengo KATSURA**・Keitaro FUJIMOTO***・Keita NAKAHARA****・and Shinichi HINO*****

1. はじめに

人口減少時代を迎えるにあたって、これまでのような右肩上がりの経済成長を望めない今、社会資本整備は、早期に多くのストックを整備するボリューム（規模）型から、利用の仕方や利用環境に配慮したバリュー（価値）型へと転換してきている。道路事業においては、厳しい道路関係予算の縮小の下、住民の価値観の多様化、管理ニーズの多様化、事業仕分けによる管理基準の見直しなど、道路管理を取り巻く環境が変化する中で、道路事業そのものの必要性を明確にすること、道路利用者等への説明性を確保することが求められる。このためには、現在の道路交通サービス、道路の使われ方の現状を把握し、分野別に明確な管理目標を定め、必要な箇所に必要な投資を行うための事業予算を適正に配分する評価システムの確立が必要であると考えられる。

つまり事業計画の作成においては、利用者の視点に立って、現在のサービス状況を静観的に把握・評価¹⁾し、行政としてのアカウンタビリティを果たす上で、事業の必要性、投資に対する成果を明確にわかりやすく提示²⁾できる事業計画手法の確立が必要である。

このような背景から、本研究では既設道路の維持修繕事業に着目し、これまでの道路整備事業をインプットとして捉え、アウトプットとして道路供用に伴う経年的な道路サービスの低下状況を明確にすることを試みた。その上で、日常的に道路を利用する住民等の視点に立ったアウトカムとしての利用者満足度の状況を評価し、両者に基づく維持修繕事業計画を立案する手法の提案を行う。

*キーワード：計画手法論、サービス評価、維持管理計画

**正員、株式会社建設技術研究所 九州支社 道路交通部
(福岡市中央区大名2丁目4-12、TEL092-714-6226、
FAX092-715-5200)

***正員、株式会社 建設技術研究所
(同上)

****正員、株式会社 建設技術研究所
(同上)

*****正員、工博、教授、九州大学大学院工学研究院
(福岡市西区元岡744番地) TEL092-802-2700、
FAX092-802-2712)

2. 本研究の目的と方法

本研究では、道路現況サービスの状況を定量データで表現することで、サービス低下箇所を明示し、最終的な道路利用者の満足度を向上させることを目的とする。本手法では、まず現況道路を構成する施設が提供している道路現況サービスの定義を行った上で、道路施設の損傷や機能不足等による道路現況サービスの定量評価法を検討している。次に、沿道住民や道路利用者の日常的な道路の使い勝手に関する意識からのニーズ・満足度の状況を把握し、同様に定量データで維持修繕が望まれる箇所を表現する。その上で、当面の目標とする管理水準を設定し、道路現況と満足度による利用サービスの低下状況から修繕・改良が望まれる事業必要箇所を抽出し、事業の優先度を明確にするものである。

これらの結果により、維持修繕事業の計画立案にあたって、現況の道路がどのような状態になっているのか、事業実施によりどのように変化するかを可視的に捉える。

3. 道路に求められるサービスと評価指標

道路は、車道舗装、歩道、橋梁、トンネル、函渠、のり面、防護柵等の重要構造物や道路付属物で構成される。これらの安定した施設機能の保持により、道路ネットワークが形成され、良好な道路サービスが提供される。

本研究では、整備された道路施設をインプットとして捉え、整備後における施設機能の現在の状態をアウトプットとしている。それぞれの施設機能が最終的に提供する道路サービスをアウトカム³⁾として、表-1に示す「走行快適性」「走行安全性」「歩行安全性」及び「構造物信頼性」の4つの道路サービスに定義した。

表-1 道路サービスの定義

提供する道路サービス	内容
走行快適性	自動車運転時の快適性を支援する要素
走行安全性	自動車走行時の安全性を確保する要素
歩行安全性	歩行者の安全性を確保する要素
構造物信頼性	物理特性や部材抵抗など構造性能が担保する信頼

道路サービスの評価指標は、道路施設機能を実現するための性能を細分化⁴⁾し、最終的に表-2 に示す合計 32 の評価指標を設定した。ここで、各評価指標が関連する道路サービスは1つに限定されるものではなく、複数のサービスに跨って関連している。このため、各道路サービスとの関連性について、「最も影響するサービス」「影響するサービス」「関連する程度のサービス」「関連しない」の4段階でウェイトを設定するものとしている。

なお、これらの評価指標及び関連性のウェイトについては、道路管理者の意見を踏まえながら、一案として設定を行ったものであり、今後より広範なサンプルによる調査検討が必要である。

表-2 公共サービスの評価指標

Input 施設	Output No	評価指標	Outcome 関連項目とウェイト			
			走行快適性	走行安全性	歩行安全性	構造物信頼性
道路 構造	1	最小曲線半径	◎	●	—	—
	2	縦断勾配	◎	○	—	—
	3	付加車線	◎	○	—	—
	4	車道幅員	◎	●	—	—
	5	法定速度	○	—	—	—
	6	混雑度	●	○	—	—
	7	大型車混入率	◎	○	—	—
	8	中央分離帯設置区間	○	●	—	—
車道 舗装	9	わだちぬれ量	●	●	—	—
	10	平坦性	●	◎	—	—
	11	ポットホールの有無	●	◎	—	—
	12	車道の雑草繁殖情報	○	—	—	—
歩道	13	歩道の設置状況	—	—	●	—
	14	歩道幅員	—	—	◎	—
	15	歩道の段差	—	—	◎	—
	16	歩道の舗装の欠損	—	—	◎	—
	17	歩道の土砂堆積	—	—	○	—
	18	歩道の雑草	—	—	○	—
防護柵	19	防護柵の腐食	—	●	—	—
	20	防護柵の変形	—	◎	—	—
	21	防護柵のその他	—	○	—	—
橋梁	22	桁の損傷度	—	—	—	●
	23	床版の損傷度	—	—	—	●
	24	高欄の損傷度	—	●	●	—
	25	伸縮装置の損傷度	○	—	—	—
	26	下部工の損傷度	—	—	—	◎
のり面	27	のり面の対策必要性	—	—	—	●
擁壁	28	擁壁の対策必要性	—	—	—	○
盛土	29	盛土の対策必要性	—	—	—	○
排水柵	30	排水柵の損傷	○	—	—	—
照明灯	31	照明灯設置状況	—	◎	◎	—
その他	32	霧の可能性	○	◎	—	—

● 最も影響する 5
◎ 影響する 3
○ 関連する 1
— 関連しない

4. 既設道路の現況サービス定量評価

(1) 評価フィールドの設定

本研究では、具体的な試行フィールドとして、一般道路の L=33km 区間 (93.0kp~126.0KP) を設定した。

当該道路は、沿道形態に応じて①山間地域、②住居地域、③団地周辺地域、④商業地域で構成されており、歩道、防護柵、橋梁、のり面、擁壁、盛土、照明灯などの道路施設で構成されている。

(2) 個別施設の評価区分

実際の道路の現況サービス評価にあたっては、評価区間を構成する全ての道路施設について、現地調査を行い、表-3 に示す3段階の判定区分に準じて、健全度評価を行った。同時に資料調査により、道路の幾何構造を調査し、表-4 に示すように道路構造令による基準の達成や設置の有無について [A] [C] の2段階で評価した。これらの評価結果については、1km 区間毎に集計を行うものとし、合計 33 区間の現況の公共サービス状況を距離方向に整理するものとした。

表-3 施設健全度の判定区分

判定区分	現地状況	
A	健全	損傷が認められないか、軽微である
B	軽傷	損傷が発生している
C	注意	著しい損傷がある。安全を保障できない。

表-4 幾何構造等の判定区分(道路構造の例)

No	項目	評価基準	評価
1	最小曲線半径	道路構造令を満足しない	C
		道路構造令を満足	A
2	縦断勾配	道路構造令を満足しない	C
		道路構造令を満足	A
3	付加車線	無し	C
		有り	A
4	車道幅員	道路構造令を満足しない	C
		道路構造令を満足	A
5	法定速度(km/h)	制限速度 50km/h 未満	C
		制限速度 50km/h 以上	A
6	混雑度	1.50 ~	C
		1.20 ~ 1.50	B
		~ 1.20	A
7	大型車混入率	15%以上	C
		15%未満	A
8	中央帯設置	無し	C
		有り	A

(3) 道路の現況サービス評価方法

現在供用している道路サービスの定量評価を行うための条件として、100 点を満点として各区間に設置された道路施設の健全度、及び幾何構造の評価結果から、減点法により指標値を算定するものとした。道路サービス値の算定式を式(1)~(4)に示す。

表-2 で示した 32 の評価指標間のウェイトについては、最も影響するものを重み 5、影響するものを重み 3、関連するものは重み 1 として重み $\alpha, \beta, \gamma, \varepsilon$ を評価している。なお、本研究においては検討の便宜上、現時点での各サービス間のウェイト設定は行なわないものとしている。

$$\text{走行快適性} = 100 - A \sum_{j=1}^{32} \alpha_j k_j \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$A = \frac{100}{\text{走行快適性最大値}}$$

$$\text{走行安全性} = 100 - B \sum_{j=1}^{32} \beta_j k_j \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$B = \frac{100}{\text{走行安全性最大値}}$$

$$\text{歩行安全性} = 100 - C \sum_{j=1}^{32} \gamma_j k_j \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$C = \frac{100}{\text{歩行安全性最大値}}$$

$$\text{構造物信頼性} = 100 - D \sum_{j=1}^{32} \varepsilon_j k_j \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$D = \frac{100}{\text{構造物信頼性最大値}}$$

$\alpha, \beta, \gamma, \varepsilon$; 施設機能評価ウェイト (1・3・5)
 k ; 評価指標値 (A=0点, B=2点, C=3点)

(4) 現況道路のサービス評価結果

1km 区間単位の道路現況サービス値を算定した結果を図-1 に示す。これらの現況値は、道路整備後の経年的な機能劣化における現在の状況を表しているものであり、一つのアウトプットとして捉えることができる。

全評価区間において、構造物信頼性は最もサービスレベルが高く、橋梁、のり面、擁壁等の構造物の劣化損傷状況について、著しいサービスの低下は見られないと言える。歩行安全性については、特に④商業地域 120.0kp ~122.0kp のサービスが著しく低下しており、これは歩道の未設置及び歩道幅員の狭小や舗装損傷に起因しているものである。また、95.0kp~118.0kp については、他のサービスに比べて走行安全性が低下しており、これは舗装の損傷、平面線形の不良に起因するものである。

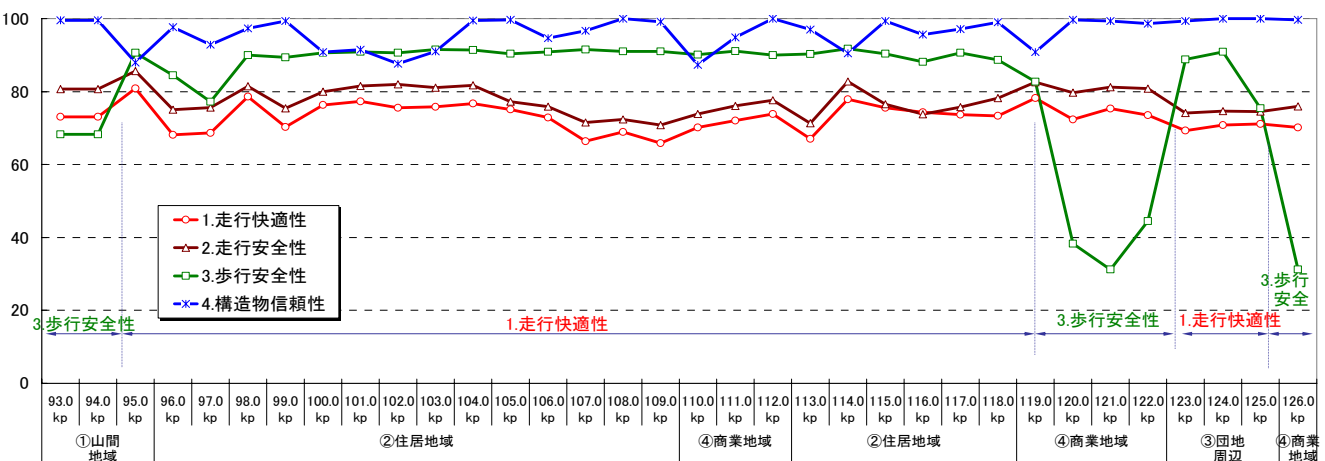


図-1 道路現況サービスの評価結果

5. 道路利用の満足度評価

前項では道路の現況サービスの状況を定量化したが、本項では、道路整備に対する最終アウトカムとして、道路利用者及び住民から見た満足度の状況を定量評価する。

(1) 評価データの整理

道路の満足度評価については、道路利用者及び沿道住民向けに実施されたアンケート調査結果を用いるものとした。本アンケートは、第5章(1)項で示したL=33km区間の沿線住民、一般ドライバー、職業ドライバーを対象として、道路利用に関する要望や不満について調査を実施したものである。アンケートでは、回答者が日常的に利用している今回の検討対象道路区間において、不満がある場合の内容、及び具体的な不満箇所を尋ねている。その際、不満の内容は選択方式、具体の不満の箇所は記入方式としている。満足度評価に使用するデータは、回答された具体的な不満箇所を1km単位で、不満内容別に集計を行い、表-5に示す不満項目に応じて、4つの公共サービスに分類設定した。

表-5 アンケート回答不満項目の分類

アンケートの不満項目	走行 快適性	走行 安全性	歩行 安全性	構造物 信頼性
①朝・夕の渋滞が激しい	●			
②休日の渋滞が激しい	●			
③急カーブがある	●	●		
④道路がデコボコである	●			
⑤雨が降った時、水たまりができる	●			
⑥斜面等災害対策が不十分で危険				●
⑦歩道が狭く歩行者・自転車に気を使う		●	●	
⑧危険な交差点がある		●	●	
⑨歩行者・自転車の飛び出しが多い	●	●		
⑩照明等が少なく暗くて危険	●		●	
⑪案内表示がわかりにくい	●			
⑫ガードレール・ガードパイプがない		●		

(3) 利用者満足度の評価方法

道路利用の満足度状況については、前項で算定した道路の現況サービスと同様に、100点を満点（満足）として、不満件数を100に対する回答割合に補正し、 $[100 - 100 \times \text{不満件数} / \text{回答件数}]$ を満足度として算定を行った。これより、全ての回答者が不満と回答した場合、満足度は0となる。利用者満足度の算定式を式(5)に示す。

$$\text{満足度} = 100 - 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{12} k_i}{\text{全回答件数}} \dots\dots\dots(5)$$

k ; 不満回答件数

(4) 道路利用の満足度評価結果

以上、アンケート調査結果を用いた道路利用における満足度（アウトカム）の算定結果について、4つのサービスの内、「走行快適性」「歩行安全性」を代表して図-2、3に示す。また、図-1の道路の現況サービス（アウトプット）も合わせて表記する。

「走行快適性」について、道路管理者視点のアウトプットには、距離方向の変化レベルに大きな差異は見られないが、満足度アウトカムには、2箇所（図-2）に大きなサービス低下（図-2）を確認できる。アンケートの不満内容より、96.0kp～103.0kpにおいて平面線形に関する不満の声が高く、また120.0kpにおいては、渋滞や飛び出しに関する不満の声が高いことが把握できた。

「歩行安全性」については、120.0kp～122.0kpにおいて、両者とも歩道幅員の狭さによりサービスが著しく低下（図-3）している。ただし、93.0kp～94.0kpの山間地域については、歩道未設置によりアウトプットが低下しているが、アウトカムは高い状況にある。

このように、道路管理者の立場からの現況道路の公共サービスと、日頃道路を利用している立場からの道路の使い勝手に関する満足度では、評価の視点が異なるケースがある。つまり、道路の利用のされ方や感じ方によって、重点的に整備すべき区間や内容を評価する必要があることを示唆している。

6. 道路整備事業計画の立案

以上までの道路管理者視点の道路現況サービス（アウトプット）と道路利用者・住民視点の満足度（アウトカム）の算定結果を用いて、道路利用サービスの低下状況についての総合評価を行い、道路維持修繕事業計画を立案する。

(1) 目標管理水準の設定

道路事業を計画するにあたり、目標とする管理水準を設定し、目標管理水準を満足しない箇所を対象として、事業計画を作成する。管理水準の設定方法について、現在確立された手法はなく、本論文では、道路管理者視点のアウトプットと道路利用者・住民視点のアウトカムの低下に応じて、対策を要する箇所と不要箇所の境界レベルを設定するものとした。つまり、アウトプットサービス及びアウトカムサービスが双方共に著しく低下している区間は事業対象となる。管理水準の設定にあたっての前提条件を表-6に整理する。

表-6 管理水準の前提条件

前提1	利用者が満足していても、道路現況サービス（アウトプット）が著しく劣る箇所は、対策を実施
前提2	利用者が不満であっても、道路現況サービス（アウトプット）に問題がない箇所は、対策不要
前提3	道路現況サービス（アウトプット）及び満足度（アウトカム）の合成評価点により、優先度を設定

上記の前提条件に基づき、マトリクス評価法を用いて、道路現況サービス（アウトプット）及び満足度（アウトカム）の低下状況を整理し、対策の要否判定及び事業対策優先度を算定する。目標管理水準の設定については、散布図を用いて道路現況サービス（アウトプット）及び満足度（アウトカム）をプロットとした結果より、それぞれのサービス40～100（最大値）の領域を3段階に区分し、図-4に示すマトリクス図より対策を要する箇所と不要箇所の境界を設定した。

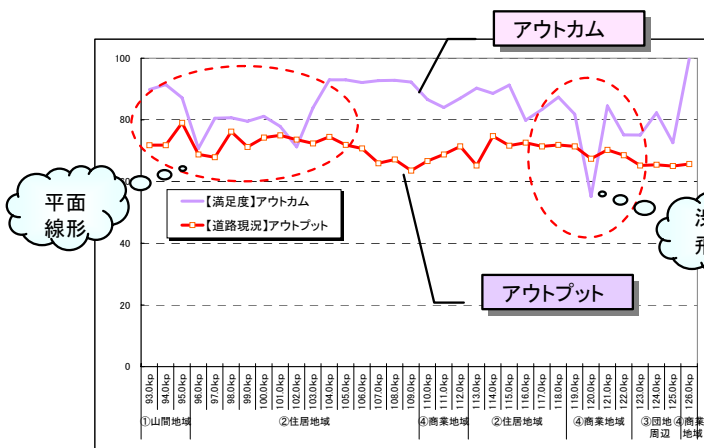


図-2 走行快適性サービス状況

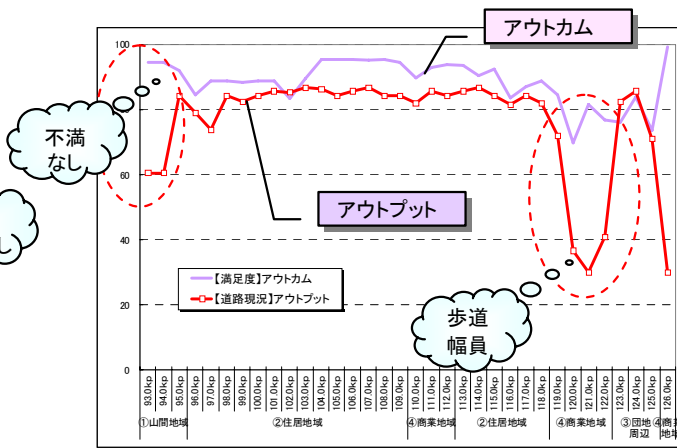


図-3 歩行安全性サービス状況

この管理水準の設定については、道路管理機関により判断が異なり、今回の設定では、利用者の満足度状況に応じて、道路現況サービスを60（利用者満足が多い）及び80（利用者不満が多い）のレベルで設定し、これを当面の目標管理水準としている。【図-4】

管理水準の設定について、規定化されたものはないが、道路管理者の事業採択の考え方が明確に示されるものであり、今後より多くの意見を踏まえながら管理機関単位で慎重に設定する必要がある。

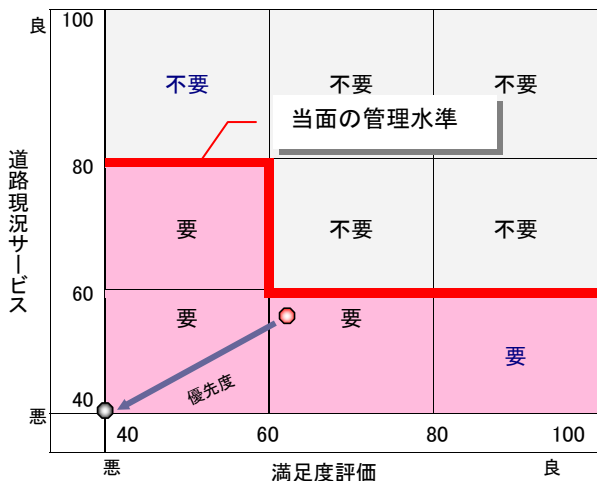


図-4 目標とする管理水準の設定

(2) 事業優先度の算定手法

優先度の評価は、限られた財源を何に使うか、どこに投資すれば最も効果的であるかを公正に評価するものである。本論文では、前項で整理した散布図より、原点からの絶対距離により優先度の評価を行うものとした。つまり、原点に近い（サービスが低い）区間ほど、事業の必要性が高いこととなる。事業優先度の評価式を式(6)に示す。

$$P = \sqrt{A^2 + U^2} \dots\dots\dots(6)$$

- P ; 対策優先度
- A ; 現況サービス値
- U ; 利用者満足度

(3) 事業必要箇所の評価

管理水準に基づく事業優先度を評価した結果について、4つのサービスの内、「走行快適性」「歩行安全性」を代表して図-5、6に示す。

「走行快適性」については、当面の管理水準を下回る要対策箇所が9箇所あり、その内、④商業地域の120.0kp

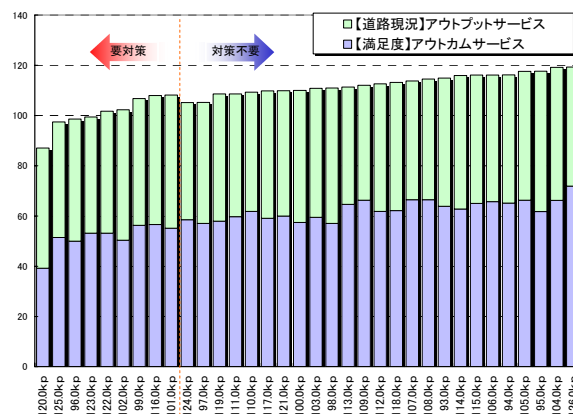
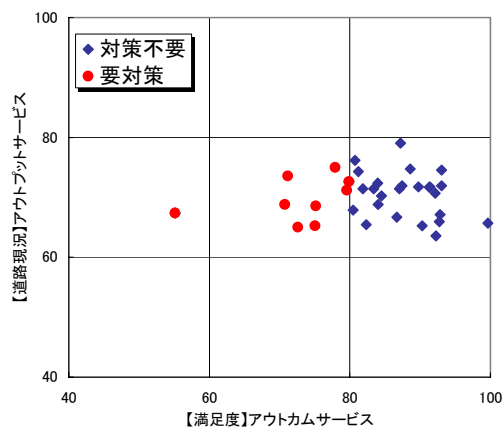


図-5 走行快適性の優先度評価結果

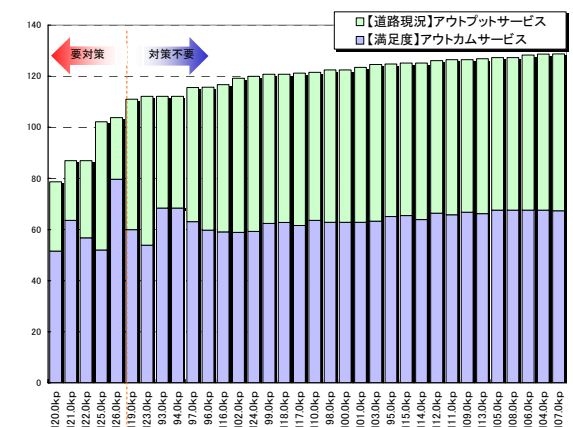
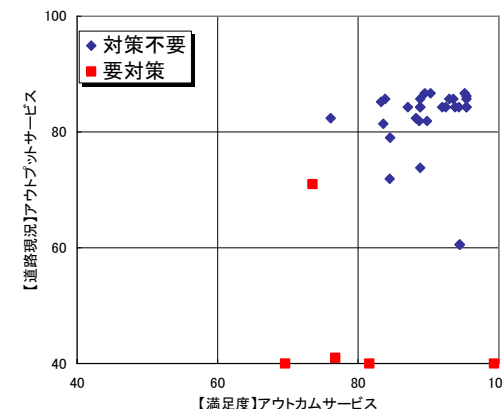


図-6 歩行安全性の優先度評価結果

付近において優先度が最も高い結果^{図-5)}が得られた。当区間は、混雑度が高く渋滞等に対する不満も高い箇所であり、交差点改良を含めた対策事業の実施が必要となる。

「歩行安全性」については、当面の管理水準を下回る要対策箇所が5箇所あり、その内、④商業地域の120.0kp～122.0kp付近において、優先度が最も高い結果^{図-6)}が得られた。当区間は、歩行者交通量も比較的多い一方で、歩道幅員が狭小であり、なおかつ歩道の段差や舗装の欠損などがあり、歩道自体の修繕の他、歩行空間整備に係る交通安全対策事業の実施が求められる。

ここで、必要となる事業コストについては、評価の対象としていないが、事業決定においては、「コスト当りの達成度（上記サービス低下）への貢献度」を投資効果として、4サービスと事業との因果関係を検証しながら、効果的・効率的に事業投資を行う視点も今後必要である。

また、本稿では走行快適性、及び歩行安全性を代表して示したが、対象地域の道路施策に基づいた4つのサービス相互の重要度、優先性についての総合評価方法の設定が必要である。

7. おわりに

人口減少時代を迎え、予算的な制約がますます厳しくなる中で、維持修繕事業によって、最終的に何を達成しようとしているのか、事業の成果とは何かを示す必要があり、道路施設単位の評価ではなく、利用者への提供サービス自体の状況把握や利用者意識の把握が今後重要となってくる。

本稿では、既設道路を構成する施設が提供している役割・機能を多角的に捉え、曖昧な表現であった道路利用サービスの低下状況について、それを定量的に評価した。

また、道路の使われ方や利用実態に応じた箇所別の満足度状況を定量評価し、これらの状況を踏まえた目標管理水準の設定により、事業の優先度を明確に示すことができた。

本手法は、本来必要となる維持管理予算を明確にすると共に、予算要求時の説明資料や地元説明への提示方法として有効な手段になり得ると考える。なお、本手法は言い換えれば、道路施設の損傷・不具合があっても、利用者の不満がない場合は、事業の優先度が低くなるという特徴を有する。これらの道路利用サービスの評価や計画策定手法について、討議を深めれば幸いである。

また、本手法の検討結果が示唆するように事業優先度の評価は、評価項目の設定方法に大きく依存している。このため、道路利用サービスを定量的に評価する上では、その評価指標の設定と指標間の重み付けを利用者視点に立って慎重に検討する必要がある。また、道路管理者の視点と利用者・住民視点の評価における相互の重みや、4つのサービスの優先性についても更なる議論を重ねる必要がある。

参考文献

- 1)松下博通：これからの社会基盤構造物のメンテナンスと維持管理，土木構造・材料論文集第23号 2007.12
- 2)国土交通省：社会資本整備のアカウントビリティ(説明責任)向上行動指針，2007.3
- 3)道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案)
- 4)重松勝司ほか：道路橋の資産価値評価に関する一考察，土木学会第57回年次学術講演会概要集 2002.9