

走りやすさを考慮した 中山間道路走行支援システムの評価方法の検討

堤 悠介¹・倉内 文孝²・廣川和希³・片岡源宗⁴・熊谷靖彦⁵

¹大津市役所 建設部路政課（〒520-8575 滋賀県大津市御陵町3-1）

²岐阜大学准教授 工学部社会基盤工学科（〒501-1193 岐阜市柳戸1-1）

E-mail: kurauchi@gifu-u.ac.jp

³岐阜大学大学院博士前期課程学生 工学研究科社会基盤工学専攻（〒501-1193 岐阜市柳戸1-1）

E-mail: p3121027@edu.gifu-u.ac.jp

⁴高知工科大学助手 地域連携機構連携研究センター（〒782-0003 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185）

E-mail: kataoka.motomune@kochi-tech.ac.jp

⁵高知工科大学教授 地域連携機構連携研究センター（〒782-0003 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185）

E-mail: kumagai.yasuhiko@kochi-tech.ac.jp

本研究では、中山間地域における効率的な道路整備の1つとして注目されている中山間道路走行支援システムの導入効果の評価を行うため、道路利用者の視点から整備効果を評価する方法論を検討した。道路管理者や関係専門家によるブレインストーミングを実施し、中山間地域における未整備道路の課題について検討を行った。様々な視点での評価軸が整理されたが、道路利用者視点に重きを置き問題を整理した上で、高知県道を対象に未整備道路の路線データを用いてその関連性の分析を行った結果、道路整備の効果は最終的に走りやすさに集約できる、と整理された。さらに、中山間地域における道路整備のロジックモデルを構築し、道路整備によって走りやすさを得られるまでの流れを階層的に整理した。ロジックモデルを活用し、中山間道路走行支援システムによる効果の検証や、課題指向型の道路整備の検討を行った。

Key Words: 地域ITS, 中山間道路走行支援システム, 走りやすさ, ロジックモデル

1. はじめに

近年道路建設に関わる投資の是非が問われているが、我が国における道路整備率は60%にも達していない。この値は1車線改良も含めた数字であり、2車線以上の道路となると全体の約50%にも満たない。「いかに道路を整備し国民の生活や産業を守り、発展させていくか」、「未整備道路を限られた財源の中でどのようにして整備するのか」が課題としてあげられる。このような状況のなか、「2車線整備にこだわらず、地域の実情にあった道路整備を地域住民の理解を得て進める」という理念のもと、1.5車線の道路整備といわれる整備手法が高知県で考案された。具体的には、2車線や1車線の連続的な改良、あるいは突角の是正や待避所の設置といった局部的な改良を選択または組み合わせる手法であり、早期に安価で効果的な成果が期待できる。ただし、1.5車線の道路整備は、高知県で平成9年より試験的に

開始¹⁾され、現在では37道府県で実施されているが、その取り組み方は各道府県により異なり、評価方法についても統一的な考え方が確立されていないのが現状である。また、近年の公共事業費削減の流れの中では、無駄な公共事業を排除し、真に有益なものだけを取り入れなければならない。そのために、道路整備等の公共事業の評価では、便益と費用を評価することが多い。道路事業が先陣を切って導入した費用便益分析は、無駄な公共事業を排除するための有効なツールであるといえ²⁾、中山間地域における道路整備の評価においても参考とすべきと考えられる。しかしながら、その導入にあたって問題となるのが便益の計測方法である。交通量の多い都市部では、容易に計測でき、住民にも理解されやすい「所要時間の短縮」など道路整備の主要な三便益（所要時間短縮便益、走行費用減少便益、交通事故減少便益）による便益計測が一般的である。しかし日交通量が500台以下となるような中山間地域では、単純

に都市部と同様に比較することはできない。特に、中山間地域に代表される地方部の道路では、ひとたび災害が発生すると長大な迂回が生じたり、あるいは最悪孤立集落が発生することもある。さらには、十分な社会サービスを受けることができない、といった社会的阻害（Social Exclusion）の問題も生じうる。このような中山間地域特有の状況を加味した上で、多面的に整備の可否を検討する必要があるといえる。

本研究では、中山間地域における道路整備の整備効果を評価するために、道路整備の多面的効果について検討する。そして、中山間地域における効率的な道路整備の1つとして注目されている中山間道路走行支援システムの導入効果の評価を行うため、道路利用者目線による整備の効果を評価する方法論を構築することをめざす。

2. 研究手順

研究手順を以下に示す。

- (1) 道路整備の多面的効果とその計量化方法の検討
道路管理者や関係専門家によるブレインストーミングを実施し、中山間地域における未整備道路の課題及び指標の計量化方法について検討を行った。
- (2) 路線データを用いた道路整備の評価指標の関連性に関する分析

道路利用者視点に重きを置き問題を整理した上で、高知県道を対象に未整備道路の路線データを用いてその関連性の分析を行った。

- (3) ロジックモデルによる中山間地域での利用者からみた道路整備評価

中山間地域における道路整備のロジックモデルを構築し、道路整備によって走りやすさを得られるまでの流れを階層的に整理した。ロジックモデルを活用し、中山間道路走行支援システムによる効果の検討を実施した。

3. 道路整備の多面的効果とその計量化方法の検討

本研究では、道路整備による多面的効果とその計量化方法に関して体系的に議論するために、ブレインストーミングを行った（表1、2）。その結果を整理した成果図が図1である。

課題を「ハードウェアの課題」などの各項目に分類し、二つ以上の項目に関連していると考えられる課題は一つの項目に絞り込んだ。そして「項目Aによって項目Bが影響される」といった因果関係を矢印によって表現した。さらに「ハードウェアの課題」、「利用者条件」、「利用条件」については、矢印がすべて外に向かって出ていることから主たる要因としてまとめた。図1では、幅員が狭いこと、ガードレールがないことなど、「ハードウェアの課題」が多数あげられた。これら道路が未整備である

表1 第1回ブレインストーミング概要

第1回ブレインストーミング	
日時	2010年11月5日 13:00～16:30
場所	高知工科大学高知オフィス2F会議室
参加者	熊谷、片岡、永原（高知工科大学） 倉内、廣川、堤（岐阜大学） 北川（兵庫県立福祉のまちづくり研究所） 伊藤、小野、坂本（高知県庁土木部道路課）
検討内容	・中山間地域の未整備道路における課題

表2 第2回ブレインストーミング概要

第2回ブレインストーミング	
日時	2010年12月2日 14:30～17:30
場所	岐阜大学地域システム計画研究室
参加者	倉内、廣川、堤（岐阜大学） 片岡（高知工科大学） 牛場（株）ニュージェック
検討内容	整備効果の計量化方法

ことが原因となって、様々な課題が生じている様子が表現できた。その他、利用者の特性や、利用者の行動に起因する「利用者条件」、道路を利用するときに生じる「利用条件」も影響を及ぼす。これらの主たる要因の右側ではドライバー視点からの課題を整理し、左側では地域的な課題を整理した。

ドライバー視点からの課題において、ハードウェアの課題から生じる問題点として、「見通し」に関する指摘が多かった。急なカーブや植生による影響で先が見通せず対向車両が確認できないことが、大きな問題といえる。「見通し」の影響や「ハードウェアの課題」により、「走りやすさ」、「事故危険性」など、快適性、安全性が低下しているといえる。また、「走りやすさ」の低下は、「疲労、ストレス」の増加につながり、それが「事故危険性」を高めるといように負の連鎖が生じている。

地域的な課題において、「管理費用」は道路管理者からの視点であり、中山間地域の未整備道路については整備費用が高く、整備が進まない状況であることがわかる。また、「災害の危険性」も無視できない。道路閉塞が発生しやすいこととともに、大型車両が通行できない影響も大きい。さらに、「走りやすさ」の低下が遠因となり、より中長期的な視点では医療機会や教育機会の低下など「QOL」の低下につながり、最終的には「地域イメージの低下」となる。

以上より、主たる要因の3項目がドライバーの快適性・安全性や様々な社会的課題に波及する様子が整理できた。よって主たる要因を解決することが道路性能を向上させる近道であると考えられる。また未整備道路の課題を整理することによって、三便益以外にもユーザーが道路に求めている効果は数多く存在するということが明らかになり、道路整備の多面的効果が確認できた。さらに、図1をもとに課題を表現する指標を検討した。その結果が表3である。

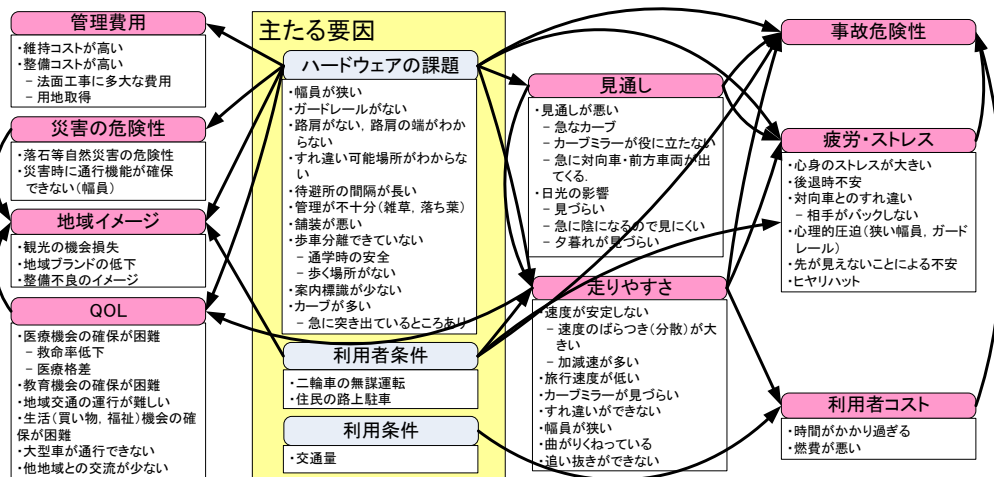


図1 中山間地域の未整備道路における課題

表3 各指標の計量化方法

軸	評価指標	計量化方法
ハードウェアの課題	歩道整備割合	(歩道設置延長/全道路延長)
	ガードレール整備割合	(整備率)=(整備完了した延長/整備すべき延長×100)
	管理体制	(整備率)=(整備完了した延長/整備すべき延長×100)
	案内標識数	ガードレール延長
	待避所、間隔	管理者にヒアリング
	幅員	
	縦断勾配	
	曲線半径	
	危険斜面数	管理者にヒアリング
	路上駐車の有無	路上駐車台数
利用者条件	路上駐車による安全性	(駐車車両回避時の)最大減速度、最大ハンドル角速度
	大型車混入率	(大型車交通量/全車交通量)×100(%)
	大型車遭遇割合	大型車遭遇回数
	交通量	
利用条件	交通量	
見通し	視距	見通し距離
	カーブミラー整備率	カーブミラー設置数
走りやすさ	速度の分散	
	平均旅行時間	
	離合不可能箇所数	
	ハンドル総切れ角	
	ハンドル最大切れ角	
	加減速回数	ブレーキの回数
	バック回数	
	TTC(衝突余裕時間)	見通し距離/自車速度
事故危険性	PICUD(対向車発見時追突危険性指標)	見通しがきかない場所から対向車が出てきた場合に、急減速した際の相対位置
	事故発生率	年間事故発生件数/年交通量
疲労・ストレス	利用者評価	アンケートによる調査
利用者コスト	時間コスト	
	走行コスト	燃費

なお、地域的な課題については指標こそ考案したもの、定義が困難、路線との関連性が不可解などの問題があることから計量化は試みていない。また、TTCやPICUDに関しては、元来対向車両や先行車両との相対的關係を元に計算されるものであるが、ここでは見通しがきかないことによって対向車両の位置が把握できないことを考慮して計算方法を工夫している。

4. 路線データを用いた道路整備の評価指標の関連性に関する分析

表3の評価指標の中から代表的なものを抽出し、その関連性についての妥当性を検証するために、実際の路線データを用いた分析を行った。用いた路線データは、高知県道30号の国道195号接合部から香美市香南市市町村境界までの約6.5km区間である。

また、地点評価を積み上げることで総合的な路線評価が可能と考え、1地点を10mごとに区切った地点評価を行うこととする。分析内容を以下に示す。

見通し距離と対向車発見時衝突危険性指標及びTTCの関係

速度の分散及び平均と各指標の関係

幅員と見通し距離及び走行速度に関する分析

各指標による低評価区間の抽出

分析結果の総括である については、実際の路線の地図に各指標の評価が低かった区間を落とし込み、指標ごとに色分けを行った(図2)。

まず走行速度は区間2で見通し距離、道路幅員と一致しているため、関連性があると思われる。道路幅員は、区間2で速度と一致しているのみでその他の区間も他の項目とは一致しておらず、指標間の関連性についての評価において速度以外の指標をみる場合は、幅員はそれほど重視する必要はないと考え

られる．また見通し距離に着目すると，TTC 及び対向車発見時衝突危険性指標については区間 1 で多く一致し，関連性が非常に高いと考えられる．しかし，区間 2 で唯一走行速度と一致している．TTC と対向車発見時衝突危険性指標については，どちらも見通し距離と非常に高い関連性を示しているが，TTC と対向車発見時衝突危険性指標のみで一致している区間が存在せず，どちらかもしくは両方が悪い区間には必ず見通し距離の評価も低くなっており，これらが見通し距離に左右されているといえる．

以上より，いくつかの指標において，指標値の複数において問題と判定される場所や，ある特定の指標値で問題と判定されることなどが起こりうる事が明らかとなった．特に，区間 2 のようなつづら折りが続く区間においては，複数の指標でその問題が指摘された．一方で，対向車発見時衝突危険性指標によりそれ以外の地点が抽出されており，これらは，急に対向車があらわれた場合の潜在的な危険性を表現していると考えられる．

よって，最終的に以下の関連性が確認できた．

- 見通し距離 → 対向車発見時衝突危険性指標
- 見通し距離 → TTC
- 見通し距離 → 速度の分散
- 見通し距離 → 走行速度
- 幅員 → 見通し距離
- 幅員 → 走行速度
- 曲線半径 → 速度の分散

5．ロジックモデルによる中山間地域での利用者からみた道路整備評価

本研究では，中山間地域における道路整備の評価を行うために，ロジックモデルを構築することを提案する．ロジックモデルとは，W.K.ケログ財団により紹介された手法で，プログラムのための利用可能な資源，計画している活動，達成したいと期待する変化や成果の関わりについての考えを体系的に図式化するもので，プログラムを構成している各要素を結び付ける推論のチェーンモデルを作成し，確認し，修正するものである³⁾．これによって不明瞭になりがちである施策の効果過程を明示でき，中山間道路走行支援システムなどの道路整備のような間接的な効果の高い施策について有効な評価手法であると考えられる．

ロジックモデルの構築にあたって，最終的には簡単な構造となることを目指した．そして，便益の受益者である利用者の視点を重視した結果，安全・快適・効率すべての意味を含む「走りやすさ」を最終アウトカムとした．以上を踏まえ，ロジックモデルを構築した．

次に，ロジックモデルの活用方法について考察する．ロジックモデルを用い，中山間道路走行支援システムに関連する項目をハイライトさせたのが図 3 である．中山間道路走行支援システム導入により，対向車の有無をドライバーに知らせ，安全に待避所



図 2 中山間地域の未整備道路における課題

で対向車をやり過ごすことができる．よって待避所間隔を多少広げても，対向車の有無を確認したドライバーは，待避所で待機するため安全な離合が可能となる．その結果，ドライバーが待避所でしっかり待機することで離合不可能箇所数も実質減少できる．離合不可能箇所が減少するため，対向時にバックをしなければならない状況が減少する．その結果，整備前と比較してスムーズな運転が可能となり，時間コスト・走行コストが減少し，最終的に走りやすさ，つまり利用者満足度が向上する．このように，対策によって変化し得る要素を抽出できる．

また，たとえば事故危険性を減少させる，といったようにある特定の目的を達成したい場合，この相関図から有効な対策を抽出可能である．

6．おわりに

本研究では，中山間地域における効率的な道路整備の 1 つとして注目されている中山間道路走行支援システムの導入効果の評価を行うため，道路利用者目線による整備の効果を評価する方法論の構築を目指し，検討を進めた．本研究の主たる成果は次の通りである．

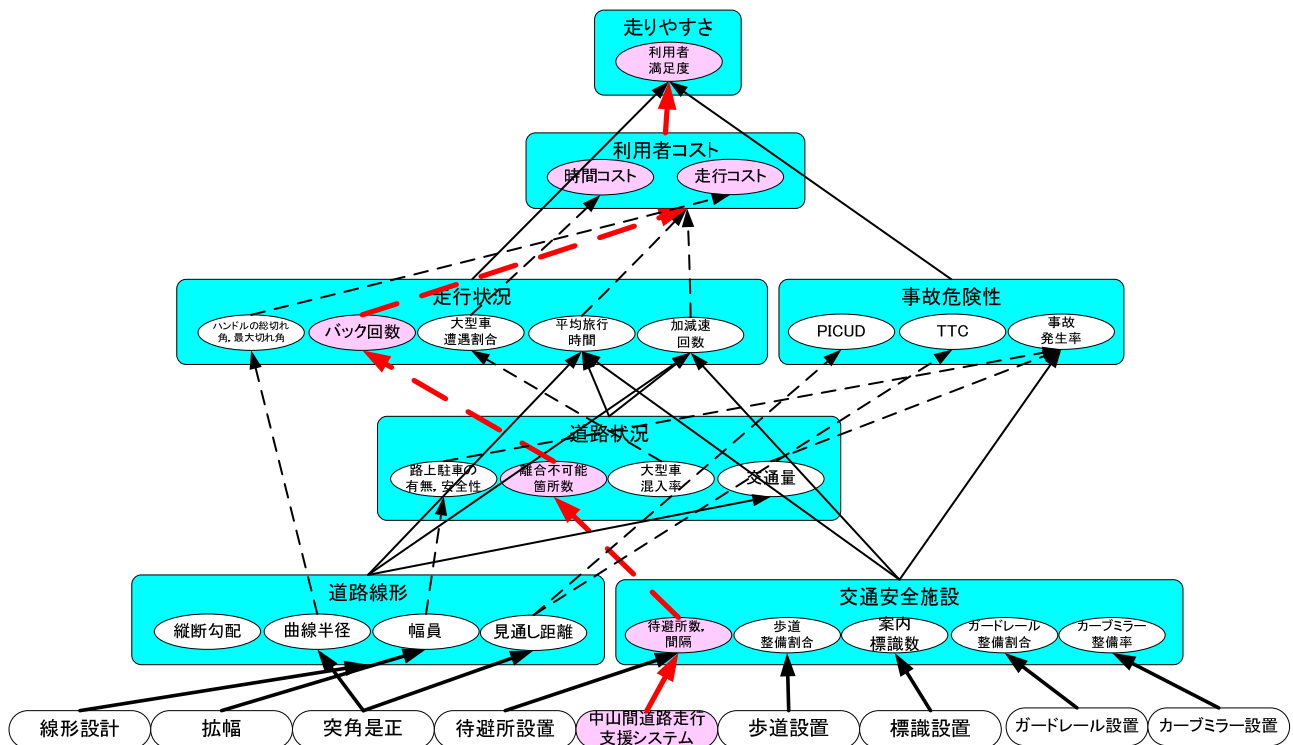


図3 中山間道路走行支援システムによる整備効果

ブレーンストーミングより中山間地域における道路整備では、三便益に限定されない多面的な効果が存在することが確認された。また、その多面的効果を表現するための指標を整理できた。実路線データを用いて分析を行った結果、指標間には因果関係が存在することが確認された。ロジックモデルにより、突角是正や待避所設置などにより生じる効果を可視化し、最終的に走りやすさで集約される関係を整理できた。

今後の課題としてロジックモデルの定量化が挙げられる。今回整理したロジックモデルでは、要因間の相対的重みを計量できておらず、対策間の優先順位を検討可能なレベルまで達していない。アンケート調査などを通じて、下位要因の上位要因への影響を表現する相対的重みを計量し、対策評価につなげるモデルへと発展させる必要がある。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(B)一般、「適切な1.5車線の道路整備推進のための走行安全性および円滑性評価手法の構築」(研究代表者：熊谷靖彦，2009～2011)，および国土交通省道路政策の質の向上に資する技術研究開発「地域ITSを用いた車線・道路幅員減少区間等における安全かつ円滑な走行支援方法の研究開発」(研究代表者：熊谷靖彦)の研究成果の一部である。また、ブレーンストーミングにおいては、多くの関係者の方から有用な意見を頂戴した。記してここに謝意を表したい。

参考文献

- 1) 高知県ウェブサイト (<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/170701/15syasen-1.html>)，(2011/5/6 ア

クセス)。

- 2) 金本良嗣：道路投資の便益評価，JAMAGAZINE 2007 年2月号。
- 3) W.K.Kellogg Foundation(1998)：Logic Model Development Guide