

住民参加を想定した地域協働型インフラ管理 のための数理計画モデル分析

富田 敬之¹・大野 沙知子²・高木 朗義³

¹学生会員 岐阜大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1)

E-mail:t3121018@edu.gifu-u.ac.jp

²学生会員 岐阜大学大学院 工学研究科生産開発システム工学専攻 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1)

E-mail: r3812102@edu.gifu-u.ac.jp

³正会員 岐阜大学教授 工学部社会基盤工学科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1)

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

限られた財源ですべての道路施設を技術者が管理することは困難である。地域住民が参加することでより良い道路管理ができる可能性がある。本研究では、地域住民が道路管理に関わっていく地域協働型インフラ管理について、社会的費用を定義する。社会的費用を構成する要素として、地域住民によるインフラ管理費用、行政によるインフラ管理費用、道路管理における交通事故リスクをモデル化し、社会的費用に関する最小化問題を定式化する。構築したモデルを用いた分析から、対象地域で住民参加を行ったと仮定した場合の社会的費用の算出、社会的費用縮減のための条件を示すことができ、分析結果を地域協働型インフラ管理の実施が有用であるか議論する上で基礎資料として活用していくことができる。

Key Words : cooperative infrastructure management, social cost, road patrol,model,risk

1. はじめに

現在、我が国では社会資本の維持更新が社会的な課題となっている。本研究で対象とする道路は社会資本の3割を占め、その多くを予算や技術者の不足する市町村が管理している状況にある。このような問題に対して、地域協働型インフラ管理という方法が提案されている。

「地域協働型」とは、「一定の地域を前提として、そこに存在する住民を始めとした多様な主体が当該地域が必要とする公共的サービスの提供を協力して行う状態」と定義される¹⁾。様々な地域、分野で地域協働が進められており、インフラ管理においても有効であると考えられる。地域協働型インフラ管理においては、地域住民は道路障害物の点検や報告に参加することが役割となる。行政は従来の定期的な点検や補修作業に加え、地域住民の活動を踏まえた計画、サポートを行うことが役割となる。地域住民が点検等の役割を担うことで、従来の管理方法では財源不足の中で技術者の管理が行き届いていない道路施設でも十分な維持管理が期待される。本研究では地域協働型インフラ管理における社会的費用を定義し、モデル化する。構築したモデルを用いて地域住民が協働した際における社会的費用の算出を行い、地域住民が道路

管理に参加した場合に社会的費用を最小化できるかを分析することで、地域協働型インフラ管理の有用性を示すことを目的とする。

2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

(1) 既往研究の整理

地域協働型インフラ管理に関する研究²⁾として、大野は先進的な事例の分析を行い、理想的な地域協働型道路施設管理のあり方を提案している²⁾。仕組みづくりのあり方として、住民参加の点では、地域活動に積極的な住民を道路施設管理の担い手として位置付けること、道路施設管理を地域の活動として創出することが有用であると言及し、効果を実証する必要があることが課題とされている。岐阜県中津川市を対象とした研究³⁾では、現実に行われている地域協働の取り組みを考察する。中津川市では自治会が地区の活動を行う組織として機能しており、定期的に道路の清掃などを行っている。地域の習慣として地域住民が自治体から原材料支給を受け、清掃や簡易的な穴埋め、側溝の蓋の取り換えなどを自前で実施する「原材料の支給」と呼ばれる制度が現在でも機能し

ている。中津川市の事例からは、地域インフラの範囲は生活や生業の延長線上にあり、地域住民および地域住民と他主体との関係性の中で、その範囲が定められていることが明らかになっている。地域自治が機能している地域においては自治会を核とした協働体制の実現が可能であるが、地域のルールが定着していない地域では住民にとっては過度の負担となる。地域住民の活動を創出することが必要であり、地域の条件に合わせた適切な体制を考えていくことの必要性が示されている。

道路管理に関するモデル分析として、小濱らによる研究⁴⁾では、道路障害物発生数及び苦情発生数をリスク管理指標とし、期待総費用を最小化する最適道路巡回モデルの定式化を行っている⁴⁾。貝戸らによる研究⁵⁾では、道路障害物の発生過程をモデル化し、道路点検の最適巡回間隔の分析を行っている⁵⁾。行政の道路管理業務について最適化を行っている。インフラ管理への地域住民の参加を含める場合、地域住民がボランティアとして活動することによる費用及び効果を表現する必要がある。

(2) 地域協働型インフラ管理の事例

日本各地における地域協働型インフラ管理の取り組み方は様々である。ここでは、現実で実施されている道路管理への住民参加の事例の一部を取り上げ、特徴について着目してみる。

a) 社会基盤メンテナンスサポーター

岐阜県では「社会基盤メンテナンスサポーター」（以下、MSとする）が実施されている⁶⁾。MSは岐阜県民を対象として公募され、安全で快適な道路の確保を目指し、危険個所の早期発見や早期修繕が実施できるように担当区域を決めて簡単な点検や情報提供を行う。MSから提供があった道路損傷等の対応結果については必ずMSへ報告し、年1回のフォローアップ研修を開催することで、持続的な制度となるよう配慮している。MSの活動に対する支援として、ボランティア保険に加入する手続きを行うこと及びその保険料を負担すること、帽子や安全ベスト等活動に必要な物品を支給することが義務付けられている。

b) 福島県における橋守事業

岩城⁸⁾は、協働による橋守事業として、地域住民による輪番制での排水枘の清掃や堆積土砂の撤去、防護柵の塗装、美化(植栽)を提案している。地域の特性を生かした橋守モデルとして、福島県の4つの市で活動を展開している。福島市は優秀なエンジニアである職員がおり、中核都市先進型として機能している。田村市は15人のインハウスエンジニアを職員として採用し橋を守る、インハウスエンジニア養成型の事業を進めている。南会津は集落が散在するため、各集落の建設業の方が橋守の担い

手となる橋守養成型を目指している。平田村は中山間地の小さな村であるが、従来から村民が働き手となって村道の簡易コンクリート舗装を行っていた。岩城は官民によって行われてきた事業に産学が加わることでそれぞれのメリットや相乗効果が得られるとして、村民と学生の協働により橋を守るシステムの展開を考えている。現実には従来から地域住民が道路管理へ参加し、自ら舗装の補修までを行っている地域も存在している。

(3) 本研究の位置付け

以上の整理から、ある範囲においてインフラ管理への住民の参加は寄与している。住民の関わりは、点検から簡易的な補修まで様々であるが、住民が参加することで技術者の管理範囲や役割が変化し、さらに住民と技術者の点検結果から道路のリスクも変化する。この要素を考慮したうえで、対象となる地域で住民参加を行った場合にどれだけの効果があるのか示すことは、地域協働型インフラ管理の有用性を議論する上で重要である。

住民参加の方法は様々に存在するが、本研究では住民参加の方法として地域住民が担当区域毎に道路舗装の点検を行うことを想定する。地域住民によるインフラ管理費用、行政によるインフラ管理費用及び道路管理における交通事故リスクから構成される社会的費用：SCを定義し、社会的費用：SCを最小化する条件について考察する。

3. 地域協働型インフラ管理の数理計画モデル

(1) モデルの条件設定

本研究では、従来では行政主導で行われている道路管理に、地域住民が道路点検の役割を持って参加する場合を想定する。点検の対象は舗装上に発生した穴ぼことする。ここで言う道路管理とは、道路上に発生した穴ぼこに対する点検業務、発見された穴ぼこに対する補修業務から成る。本来、道路上に発生している穴ぼこの個数は未知であるが、本研究においては総延長： L (km)の対象区間中に x (個)の穴ぼこが一様に発生している状態を仮定する。地域住民は日常生活の中でボランティアとして道路舗装の点検を行うことが役割となる。行政は技術者による道路舗装の点検を行い、発見された穴ぼこの補修を行うことを役割とする。自治体職員と外部委託の技術者の区別はしない。対象となる道路は、図-1に示す様に、住民と行政によって区間を分担して点検されることとなる。ここで、地域住民及び行政の点検距離の関係は式(1)として表すことができる。

$$L_U + L_G + L_N = L \quad (1)$$

ここで、 L ：対象道路の総延長(km)， L_U ：地域住民が点検する距離(km)， L_G ：技術者が点検する距離(km)， L_N ：点検されない距離(km)である。

点検に参加する地域住民は、一人毎に担当する範囲を分担し、 t (h)ずつの点検を行う。地域住民は穴ぼこの発見確率： P の水準で点検することができる。技術者は穴ぼこの発見確率： P' の水準で点検することができる。地域住民及び技術者の点検によって見つかった穴ぼこはすべて補修されるが、点検で見逃された穴ぼこ及び点検されない区間の穴ぼこによってリスクが発生する。

(2) 社会的費用の定義

社会的費用は、地域協働型インフラ管理を行うことで発生する地域住民によるインフラ管理費用、行政によるインフラ管理費用、道路管理における交通事故リスクの総計と定義する。費用及びリスクの発生の考え方は、図-2に示す様に設定する。地域住民によるインフラ管理費用は点検に使う余暇時間の時間価値とし、労働という対価を金額に換算して表す。行政によるインフラ管理費用は技術者による点検費用と技術者による補修費用とする。道路管理における交通事故リスクは、放置された穴ぼこによる交通事故発生による期待被害額とする。地域協働型インフラ管理を実施した場合における社会的費用： SC は、よって、社会的費用： SC を地域住民が供出する費用： U 、行政が供出する費用： G 及び穴ぼこによるリスク： R の3項目の総和として、社会的費用： SC は式(2)として表すことができる。

$$SC = U + G + R \quad (2)$$

(3) 地域住民によるインフラ管理費用

地域住民は、ボランティアとして日常生活の中で道路の点検を行い、舗装上に発生した穴ぼこを行政に報告する。点検に参加する地域住民が金銭を支払うことはないが、余暇時間を消費することとなる。余暇時間の時間価値から、労働という対価を金額に換算して表す。地域住民によるインフラ管理費用は、地域住民が道路障害物の点検や補修を行うために使う余暇時間の時間価値として、式(3)によって算出する。

$$U = cNt \quad (3)$$

ここで、 N ：地域住民の参加人数(人)， c ：地域住民の時間価値(円/h)， t ：地域住民が点検に使う時間(h)である。

(4) 行政によるインフラ管理費用

行政が担当する区間では、穴ぼこの点検及び補修を技術者が行う。行政が供出する費用： G は、技術者による点検費用： G_1 及び技術者による補修費用： G_2 の和

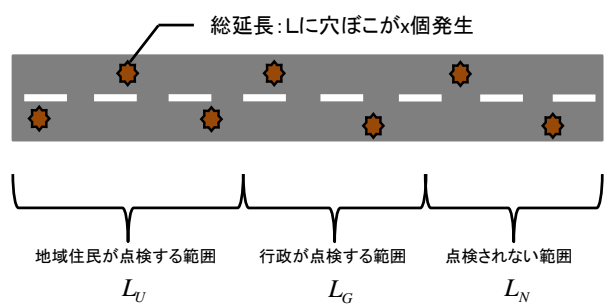


図-1 点検範囲の分担

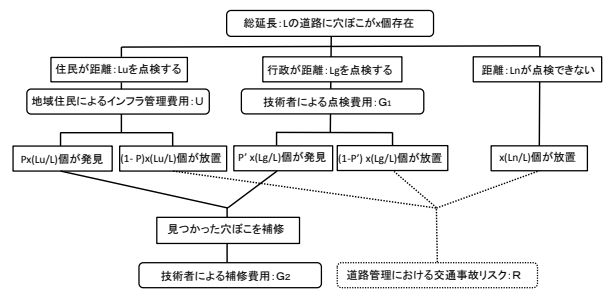


図-2 費用とリスクの考え方

として定式化する。

$$G = G_1 + G_2 \quad (4)$$

a) 技術者による点検費用

技術者が点検を行うことで発生する費用は、技術者による点検によって発生する単位時間当たりの費用と点検時間の積として、式(5)によって算出する。

$$G_1 = c't' \quad (5)$$

ここで、 c' ：単位時間あたりの技術者による点検の費用(円/h)， t' ：技術者が点検に使う時間(h)である。

b) 技術者による補修費用

地域住民と技術者の点検によって発見された穴ぼこは、専門家によってすべて補修されることとする。専門家が補修を行う費用は、発見された穴ぼこの個数と穴ぼこ1個を補修するための費用の積として、式(6)によって算出する。

$$G_2 = (PL_U + P'L_G) \frac{x}{L} MC \quad (6)$$

ここで、 P ：地域住民の穴ぼこの発見確率， P' ：技術者の穴ぼこの発見確率， L_U ：地域住民が点検する距離(km)， L_G ：技術者が点検する距離(km)， L ：対象道路の総延長(km)， x ：対象区間中に発生している穴ぼこの総数(個)， MC ：穴ぼこ1個を補修するための費用(円/個)である。

(5) 道路管理における交通事故リスク

点検において見逃された穴ぼこは補修されず、事故発生の原因となる。穴ぼこ1個が存在することによるリス

クは、その穴ぼこによって問題が発生した場合の期待被害額として、式(7)によって算出する。

$$R = \{(1-P)L_U + (1-P')L_G + L_N\} \frac{x}{L} ED \quad (7)$$

ここで、 P ：地域住民の穴ぼこの発見確率、 P' ：技術者の穴ぼこの発見確率、 L_U ：地域住民が点検する距離(km)、 L_G ：技術者が点検する距離(km)、 L_N ：点検されない距離(km)、 L ：対象道路の総延長(km)、 x ：対象地域中に存在している穴ぼこの総数(個)、 ED ：穴ぼこによって事故が発生した場合の期待被害額(円/個)である。

(6) 非負条件

参加する地域住民の人数： N ，地域住民が点検に使う時間： t ，技術者が点検に使う時間： t' は非負である。

$$\begin{cases} N \geq 0 \\ t \geq 0 \\ t' \geq 0 \end{cases} \quad (8)$$

4. 社会的費用の最小化問題

(1) 目的関数

社会的費用： SC を最小化する地域住民の参加人数： N (人)に関する最適化問題として定式化する。

$$\min SC \quad (9)$$

(2) 点検効率指標と期待縮減額

地域住民と技術者それぞれについて、単位距離あたりの点検費用、社会的費用の期待縮減額から、以下の4つの指標を設定する。

$$\text{地域住民の点検効率指標：} SL = \frac{c}{v},$$

$$\text{技術者の点検効率指標：} SL' = \frac{c'}{v'},$$

$$\text{地域住民による期待縮減額：} RL = \frac{x}{L}(ED - MC)P,$$

$$\text{技術者による期待縮減額：} RL' = \frac{x}{L}(ED - MC)P'.$$

地域住民の点検効率指標： SL は、地域住民が単位距離あたりの点検に使う余暇時間の時間価値である。技術者の点検効率指標： SL' は、技術者が単位距離あたりの点検を行う費用であり、地域住民による期待縮減額： RL は、地域住民が点検を行うことで縮減されるリスクの期待値、技術者による期待縮減額： RL' は、技術者が点検を行うことで縮減されるリスクの期待値である。

(3) すべての区間を行政が点検できる場合の最適条件

a) 最適化条件の導出

地域住民が1人点検に参加した場合、単位時間中に v の距離を点検でき、専門家は単位時間中に v' の距離を点検できるとする。すべての区間が地域住民と専門家のどちらかによって点検される場合、 L_U ：地域住民が点検する距離(km)及び L_G ：行政が点検する距離(km)は、以下の式(10a)及び式(10b)として表すことができる。

$$L_U = vNt \quad (10a)$$

$$L_G = v't' = L - L_U \quad (10b)$$

ここで、式(1)、式(10a)及び式(10b)の関係から、行政が点検に使う時間： t' は式(11)として表すことができる。

$$t' = (L - vNt) / v' \quad (11)$$

ここで、 L ：対象道路の総延長(km)、 N ：地域住民の参加人数(人)、 t ：地域住民が点検に使う時間(h)、 t' ：専門家が点検に使う時間(h)、 v ：住民が単位時間で点検できる距離(km/h)、 v' ：専門家が単位時間で点検できる距離(km/h)である。

社会的費用： SC は、(10a)、(10b)及び(11)の条件を用いて、式(3)、(4)、(5)、(6)及び(7)から式(12a)として表される。地域住民の参加人数： N (人)に関する1階条件は、式(12b)として表せられる。

$$SC = \left\{ c - \frac{v}{v'} c' \right. \\ \left. + \frac{vx}{L} (ED - MC)(P' - P) \right\} tN \quad (12a)$$

$$\begin{aligned} &+ xED + \frac{L}{v'} c' + xP'(MC - ED) \\ \frac{\partial SC}{\partial N} &= \left\{ c - \frac{v}{v'} c' \right. \\ &\left. + \frac{vx}{L} (MC - ED)(P - P') \right\} t = 0 \end{aligned} \quad (12b)$$

ここで、 t ：地域住民が点検に使う時間(h)、 N ：参加する住民の人数(人)、 c ：住民の時間価値(円/h)、 c' ：行政が点検を行うための費用(円/h)、 v ：住民が単位時間あたりに点検できる距離(km/h)、 v' ：行政が単位時間あたりに点検できる距離(km/h)、 MC ：穴ぼこ1個あたりの補修費用(円/個)、 ED ：穴ぼこによって事故が発生した場合の期待被害額(円/個)、 P ：地域住民の穴ぼこ発見確率、 P' ：専門家の穴ぼこの発見確率、 x ：発生している穴ぼこの総数(個)である。すべての区間が点検できるとした場合、式(12b)の条件が満たされるためには、式(13)となる必要がある。

$$\begin{cases} t = 0 \\ \frac{vc' - v'c}{vv'} = (ED - MC)(P' - P) \frac{x}{L} \end{cases} \quad (13)$$

地域住民が点検に使う時間： $t=0$ の場合，地域住民が点検に時間を使わない，つまり住民参加が行われない場合を示しており，これはすべての区間の点検を行政が担当する場合を表している．この場合，行政の条件のみによって社会的費用は算出される．

$$\frac{vc' - v'c}{vv'} = (ED - MC)(P' - P)\frac{x}{L}$$

ら，社会的費用の縮減・増大の条件は，節(2)で設定した指標を用いて表-1に示す様になる．

b) 考察

表-1の条件について見ると， $SL' - SL$ は技術者と地域住民の単位距離あたりの点検費用の差を表しており， $RL' - RL$ は技術者と地域住民の期待縮減額の差を表す．技術者は専門的な技術を持っているため地域住民よりも高い穴ぼこ発見確率で点検を行えるとすると， $RL' - RL > 0$ となる．住民参加が増えるにつれて発見されない穴ぼこが多くなり，リスクは増大する．それ以上に点検によって発生する費用が縮減されるのであれば，社会的費用は縮減されたため， $SL' - SL > RL' - RL$ の場合に社会的費用が縮減するという条件が得られる．しかし，行政がすべての区間を点検するのに十分な予算を確保している場合を仮定しており，技術者がすべて点検した方が穴ぼこは多く見つかると穴ぼこによるリスクは縮減されることとなるため，可能な範囲では行政が担当する方が良い管理ができるという結果となる．

(4) 行政に予算制約がある場合の最適条件

a) 最適化条件の導出

予算不足から行政だけで対処できる範囲には限界があり，現状として道路施設の点検がほとんど行っていない自治体は多く存在する．ここで，行政が道路点検を計画する上で予算制約が存在し，限定された区間は専門家による点検ができるが，それ以外の区間は専門家による点検がされないと設定する．行政が道路点検の計画を立てる際に式(14)に示す予算制約があるとする．

$$c't' = M \quad (14)$$

ここで， c' ：単位時間あたりの技術者による点検の費用(円/h)， t' ：専門家が点検に使う時間(h)， M ：行政の点検業務予算(円)である．この場合，地域住民が点検する距離，専門家が点検する距離及び点検されない距離は以下の式(15)に示す様になる．

$$\begin{cases} L_U = vNt \\ L_G = \frac{v'M}{c'} \\ L_N = L - L_U - L_G \end{cases} \quad (15)$$

ここで， L ：対象道路の総延長(km)， L_U ：地域住民が

表-1 すべての区間を点検できる場合の条件

$SL' - SL > RL' - RL$	住民参加により社会的費用が縮減される．
$SL' - SL < RL' - RL$	住民参加により社会的費用が増大する．

点検する距離(km)， L_G ：行政が点検する距離(km)， L_N ：点検されない距離(km)， v ：住民が単位時間あたりに点検できる距離(km/h)， t ：地域住民が点検に使う時間(h)， N ：参加する住民の人数(人)， v' ：行政が単位時間あたりに点検できる距離(km/h)， c' ：単位時間あたりの技術者による点検の費用(円/h)である．

社会的費用： SC は，(15)の条件を用いて，式(3)，(4)，(5)，(6)及び(7)から式(16a)として表される．地域住民の参加人数： N (人)に関する1階条件は式(16b)，行政の予算： M (円)に関する1階条件は式(16c)として表せられる．

$$SC = (c - Pv)\frac{x}{L}(ED - MC)tN \quad (16a)$$

$$+ M + xED - P'M\frac{v'}{c'}\frac{x}{L}(ED - MC)$$

$$\frac{\partial SC}{\partial N} = (c - Pv)\frac{x}{L}(ED - MC)t = 0 \quad (16b)$$

$$\frac{\partial SC}{\partial M} = 1 - P'\frac{x}{L}\frac{v'}{c'}(ED - MC) = 0 \quad (16c)$$

ここで， t ：地域住民が点検に使う時間(h)， N ：参加する住民の人数(人)， c ：住民の時間価値(円/h)， c' ：行政が点検を行うための費用(円/h)， v ：住民が単位時間あたりに点検できる距離(km/h)， v' ：行政が単位時間あたりに点検できる距離(km/h)， MC ：穴ぼこ1個あたりの補修費用(円/個)， ED ：穴ぼこによって事故が発生した場合の期待被害額(円/個)， P ：地域住民の穴ぼこ発見確率， P' ：専門家の穴ぼこの発見確率， x ：発生している穴ぼこの総数(個)， M ：行政の点検業務予算(円)である．

予算の制約によって行政が点検できる区間に限界があるとした場合，式(16b)及び式(16c)の条件が満たされるには，式(17)のようになることが必要である．

$$\begin{cases} t = 0 \\ \frac{c}{vP} = \frac{x}{L}(ED - MC) \\ \frac{c'}{v'P'} = \frac{x}{L}(ED - MC) \end{cases} \quad (17)$$

地域住民が点検に使う時間： $t=0$ の場合は，地域住民が点検に時間を使わない場合，つまり地域住民による点検が行われない場合を示しており，行政が一部の区間

のみ点検を行うが、それ以外の区間は点検されない場合を表す。

$$\frac{c}{vP} = \frac{x}{L}(ED - MC) \text{ の関係から、地域住民が点検}$$

を行うことで社会的費用が縮減または増大する条件は表2に示す様になる。

$$\frac{c'}{v'P'} = \frac{x}{L}(ED - MC) \text{ の関係から、技術者が点検を}$$

行うことで社会的費用が縮減または増大する条件は、節(2)で設定した指標を用いて表3に示す様になる。

b) 考察

前節から、行政が担当できる範囲では技術者による点検が行われる方が良いことが分かる。行政の担当できる範囲に限界がある場合、点検されない区間の穴ぼこは放置されリスクが発生する。地域住民の点検が全く無い場合、リスクはそのまま残ってしまうこととなる。地域住民の点検能力が、表2に示す社会的費用縮減の条件 $SL < RL$ を満たす場合、地域住民が穴ぼこを発見することで社会的費用が縮減される。地域住民の点検効率指標： SL は地域住民が単位距離あたりの点検を行う時間を金額に換算した値であり、 RL は地域住民による期待縮減額であるため、 $SL < RL$ となる場合は地域住民によるインフラ管理費用よりもリスクの縮減額の方が大きくなり、社会的費用が縮減される場合を表している。地域住民の穴ぼこ発見確率： P が低い場合、リスクは縮減され、地域住民による期待縮減額： RL は小さくなる。この場合、地域住民が道路点検を行うことで地域住民によるインフラ管理費用が増加するため、社会的費用の総計としては増大することとなる。講習会の実施など、地域住民の穴ぼこ発見確率： P を向上するための事業が有効となる。

5. 社会的費用の数値シミュレーション

4で示した条件の内、節(3)で示した行政がすべての区間を点検できると仮定した場合、行政が担当した方が良いという結果となった。ここでは、節(4)で示した行政に予算制約がある場合について数値シミュレーションを行う。

(1) パラメータの設定

本研究における数値シミュレーションでは、表4に示すパラメータを用いる。地域中の道路の総延長が $L=1685(\text{km})$ であり、舗装上に穴ぼこが $x=1000(\text{個})$ 発生していると仮定する。穴ぼこは放置されると $ED=4000(\text{円/個})$ のリスクが発生し、見つかった場合は

表-2 地域住民の点検能力水準の条件

$SL < RL$	住民参加により社会的費用が縮減される。
$SL > RL$	住民参加により社会的費用が増大する。

表-3 技術者の点検能力水準の条件

$SL' < RL'$	予算が増えるにつれて社会的費用が縮減される。
$SL' > RL'$	予算が増えるにつれて社会的費用が増大する。

表-4 パラメータの設定

対象道路の総延長： L (km)	1685
発生している穴ぼこの総数： x (個)	1000
地域住民が点検に使う時間： t (h)	1
地域住民の時間価値： c (円/h)	724
行政による点検の費用： c' (円/h)	3975
穴ぼこ1個の補修費用： MC (円/個)	2000
問題発生時の被害額： ED (円/個)	4000
住民が単位時間で点検できる距離： v (km)	4
行政が単位時間で点検できる距離： v' (km)	15

$MC=2000(\text{円/個})$ の補修費用が発生する。

各パラメータの設定理由は、以下に示す通りである。地域住民は日常生活の中で余暇時間を使って点検を行うと想定している。日常生活の中で無理のない時間の長さとして、1人の地域住民が点検に使う時間は $t=1(\text{h})$ とする。地域住民は徒歩による点検を行うと想定し、地域住民の点検時の移動速度は $v=4$ (km/h) とする。行政が行う点検では技術者が車で移動しながら点検を行うと想定し、行政の点検時の移動速度は $v'=15$ (km/h) とする。地域住民の時間価値： c (円/h) は、岐阜県における最低賃金から、 $c=724(\text{円/h})$ とする¹⁰⁾。単位時間あたりの技術者による点検の費用： c' (円/h) は、岐阜県における普通作業員の労務単価から、 $c'=3975(\text{円/h})$ とする¹¹⁾。

本研究におけるシミュレーションでは、行政がほとんどの区間を点検できない場合を仮定する。点検業務の予算として $M=100000(\text{円})$ しか用意できないと設定する。技術者は穴ぼこ発見確率： $P'=1$ で点検ができるとし、地域住民の穴ぼこ発見確率： P が向上することによる社会的費用の推移を見る。

(2) シミュレーション結果

a) 社基的費用の推移

行政の予算が少ない場合として、 $M=100000(\text{円})$ と設定し、地域住民の穴ぼこ発見確率： P を0~1の間で変化させた場合の社会的費用： SC の推移を図-3に示す。地域住民の穴ぼこ発見確率が低い場合は社会的費用は増大するが、発見確率が向上することで社会的費用は縮減

される。

b) 感度分析

地域住民の穴ぼこ発見確率： P について感度分析を行うと、 $P < 0.15$ の範囲では社会的費用： SC は増大し、 $P > 0.15$ の範囲では社会的費用： SC は縮減されることが分かる。

c) 考察

感度分析の結果から、地域住民の発見確率： $P > 0.15$ となる場合は社会的費用の縮減が期待できる。地域住民の発見確率： P 毎の社会的費用の最小値を図-4に示す。地域住民の穴ぼこ発見確率： P が向上することで社会的費用はより縮減されるため、講習会や活動により点検能力が向上することによる効果が、社会的費用の変化としてみることができる。

比較のために、行政の予算が多く、技術者の点検区間が長くなる場合として、 $M = 300000$ (円)と設定した場合の地域住民の発見確率： P 毎の社会的費用の最小値を図-5に示す。予算が少ない場合は技術者による点検が行われない区間でリスクが多く発生することになるが、地域住民が点検を行うことによりリスク縮減が期待でき、社会的費用の縮減ができる。

6. おわりに

本研究では、道路管理における地域住民による点検を想定した社会的費用を定義し、モデルを構築した。構築したモデルを用いることで、地域住民が道路点検の役割を担う場合の社会的費用を算出することができ、点検効率指標と期待縮減額の間を社会的費用縮減の条件として見ることができる。数値シミュレーションの結果から、地域の条件により、住民参加によって社会的費用の縮減が期待できることを示すことができた。

課題としては、①～③の3つが挙げられる。

① 地域住民が参加することによる影響は余暇時間の提

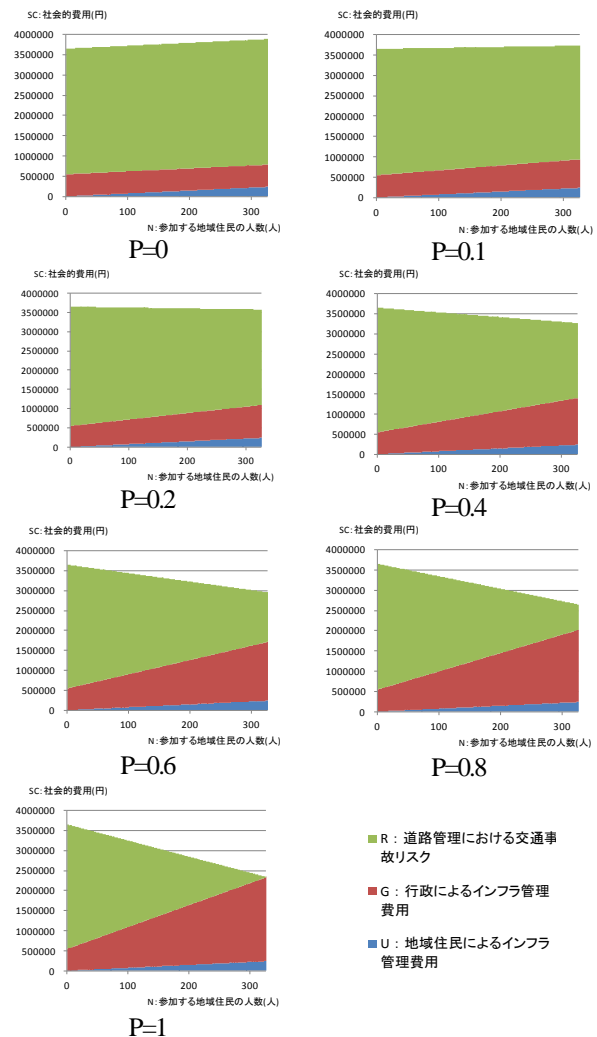


図-3 社会的費用の推移

供という形で考慮したが、行政による講習会といった費用などを設定し、役割を具体的に設定していくことで、より現実的な分析を行うことができる。

- ② 穴ぼこの発見確率について、点検状況を考慮し、地域住民のやる気による影響を表すことができれば、より現実的な地域協働の効果を示すことができる。
- ③ 仮のパラメータを与えて分析を行い、地域住民の参

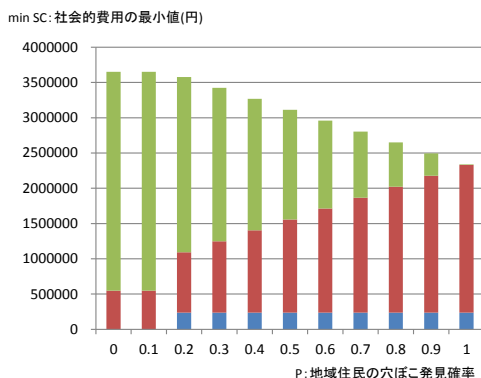


図-4 穴ぼこ発見確率に応じた社会的費用の最小値 (予算が少ない場合)

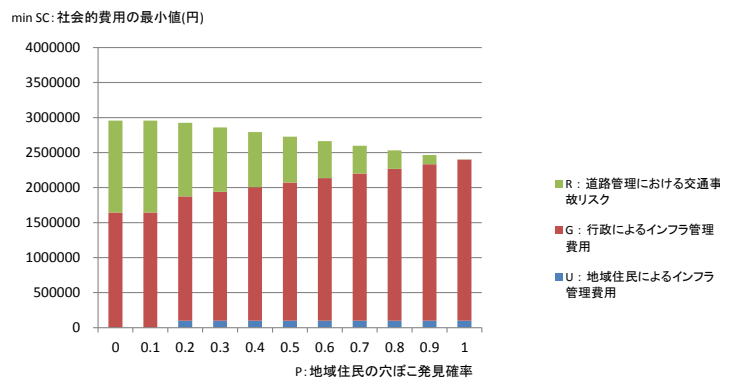


図-5 穴ぼこ発見確率に応じた社会的費用の最小値 (予算が多い場合)

加により社会的費用の縮減が期待できることを示した。実際の地域を地域を対象とし、現実を踏まえたシミュレーションを行うことが望まれる。

今後はこれらの課題を踏まえ、より現実的な分析を行えるよう検討していく。

謝辞：本研究の一部は、平成26年度学術研究助成基金助成金（基盤研究(B)，課題番号：26289173，研究課題名：民産学連携による地域協働型インフラ管理システムの実装可能性と有効性検証，研究代表者：岐阜大学高木朗義教授）によるものである。

参考文献

- 1) 分権型社会に対応した地方行政組織運営の刷新に関する研究会(総務省)：分権型社会における自治体経営の刷新戦略 - 新しい公共空間の形成を目指して - (概要版)，平成 17 年 3 月
- 2) 大野沙知子：地域協働型道路施設管理を目指した仕組みづくりと人づくりのあり方に関する研究，土木学会論文集 F4, vol.67, No.4, I_145-I_158, 2011.
- 3) 大野沙知子，高木朗義：地域協働によるインフラストラクチャー管理の要件-岐阜県中津川市を事例に-，土木学会論文集 F4(建設マネジメント)，vol.69, No.4, I_121-I_128,

2013

- 4) 小濱健吾，貝戸清之，小林潔司：苦情発生を考慮した道路巡回政策，土木学会論文集 F4(建設マネジメント)，vol.70, No.1, p.25-37, 2014
- 5) 貝戸清之，小林潔司，加藤俊昌，生田紀子：道路施設の巡回頻度と障害物発生リスク，土木学会論文集 F, vol.63, No.1, 16-34, 2007.2
- 6) 岐阜県 HP，住民との協働
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kendo/michi-kawa-sabo/dorouji/jumin-tono-kyodo/>
- 7) 社会基盤メンテナンスサポーター事業実施要領(平成 25 年 6 月 1 日改正)
- 8) ～「ふくしま発」市民との協働による橋守&みちづくり事業～，コンクリートテクノ，vol.31, No.7, p.25-27, Jul.2012
- 9) 岩城一郎：“ふくしま発”市民とともに道を造り，橋を守る！，セメント・コンクリート，No.790, p.9-14, Dec.2012
- 10) 厚生労働省，岐阜労働局
http://gifurodoukyoku.jsite.mhlw.go.jp/roudoukyoku/gyomu_naiyou/roudou_kijyun/chingin/ken_saiteichingin.html
- 11) 平成25年「実施設計書に使用する単価表」，農政部・林政部・県土整備部・都市建築部，平成25年11月1日

(?)