

小規模橋梁を対象とした 住民参加型橋梁点検システムの構築

星山 幸子[†]・ラガワン ベンカテッシュ[†]
吉田 大介[†]・米澤 剛[†]・林 博文^{††}

Development of System for Citizen-based Inspection and Reporting for Small Scale Bridges

HOSHIYAMA Sachiko · RAGHAVAN Venkatesh
YOSHIDA Daisuke · YONEZAWA Go · HAYASHI Hirofumi

概要 大量の橋梁群の更新時期が迫っている。橋梁の寿命は約 50 年であり、国土交通省の発表では、2031 年には日本国内の 53% の橋梁が高齢化を迎える。橋梁のアセットマネジメントには、日常の基本的な点検データの把握が重要であるが、財政難の問題に加えて、点検担当技術者の不足により現状把握ができていない橋梁も多く、特に市町村管理下にある小型橋梁において、老朽化対策が間に合わない可能性が出ている。本研究では、住民と行政が協力して地域課題を解決するガバメント 2.0 の動きに着目し、情報通信技術と携帯端末を利用した「小規模橋梁を対象にした住民参加型橋梁点検システム」を提案する。橋梁の損傷の早期発見を図るための「通常点検」に関して、本研究で開発した Android アプリケーションを用いることで、専門知識を持たない地域住民による点検の実施と維持管理支援に足るデータの収集が可能であることを示す。また、点検データの蓄積・共有を容易にし、用紙への記入では難しい検索・比較・画像閲覧などを一元的な形で可能にする。構築したシステムは、改善を目指してヒアリング調査を行い、より適切なシステム構築研究に対するフィードバックとしている。また、住民による橋梁点検が可能になることにより、公共構造物に対する意識の変化に役立つものとする。

キーワード 橋梁点検, 小型橋梁, 住民参加, ガバメント 2.0, アンドロイドアプリケーション
Keywords Bridge Inspection, Small Bridges, Citizen Participation, Government 2.0, Android Application

1. はじめに

1.1. 背景

高度経済成長期に建設された橋梁群の更新時期が迫っている。一般的な橋梁の耐用年数は約 50 年であり、国土交通省「日本の橋梁の現況」では、2031 年には国内の約 53% の橋梁が、建造から 50 年を超えることになる¹⁾。今後いかに効率的に維持や管理を行うかは大きな課題である。橋梁老朽

化対策として、2007 年に国土交通省は、定期的な点検により損傷を早期発見し、補修のコスト削減および橋梁の延命化を図る「橋梁長寿命化修繕計画」を通知したが、2013 年 6 月までに老朽化対策修繕工事が完了した橋梁の割合は約 15% であり、市町村が管理する橋梁に限って見れば、工事が完了したのはわずか 5% となっている²⁾。橋梁老朽化対策がすすまない背景の 1 つに、点検技術系職員の不足がある。専門知識を持った技術者の数は圧倒的に足りていない。点検担当者の不足は、効率的に実施するための体系的な点検技術システムが構築できないという問題にもつながっている。点検作業環境にも問題が見られる。点検に際し

[†] 大阪市立大学大学院創造都市研究科

^{††} 応用技術株式会社エンジニアリング本部

てはカメラや双眼鏡等の必須機器以外にも、図面や仕様書、過去の点検データなどを携行することが理想であるが、移動の大変さや現場で大量の紙資料の中から必要なものを探しだすことを考えると躊躇せざるをえない。また、ほとんどの現場では、紙のシートに記入する方法がとられており、検索や比較、関連付けなど、応用度の高いデータ活用を行うことに時間と労力がかかる³⁾。効率的に点検作業を行うためには、点検データの蓄積・共有を容易にし、野帳では難しい、検索・比較・画像閲覧など、活用範囲の広いデータ検討を一元的な形で活用することが必要とされている。

橋梁老朽化は小型橋梁において、より深刻な問題となっている。15 m 未満の小型橋梁の大多数は市町村管理下にあり、その数は15 m 以上の橋梁の4倍以上となる約67万8000橋である⁴⁾。人材不足の上、予算が限られている以上、点検や補修において15 m 以上の橋梁が優先される。このままだと、点検および維持管理が放棄されたままの危険な過疎地橋梁、および小型橋梁が出現する可能性は大きい。

1.2. 研究目的

橋梁の現状把握と老朽化対策工事への迅速な取り組みの為には、効率的なアセットマネジメント手法を確立することは緊急課題である。ただし、手法確立が可能になったとしても、技術者が不足している以上、多数の小型橋梁にその手法がすみやかに適用されることは難しい。

解決方法の1つとして、地方行政と住民が共同で解決に取り組む動きをあげる。近年、地方行政と住民の協働は「市民から行政への情報提供およびその情報や問題の市民間の共有」を目指す「ガバメント2.0⁵⁾」という言葉で表現されることが多い。日本においては、FixMyStreetJapan⁶⁾を利用して、不法投棄のゴミ等を発見した住民がスマートフォンなどで報告、行政機関が対処する例がみられる。しかし、一目見てわかるゴミの不法投棄と異なり、橋梁の維持管理を住民と協働して取り組むためには、特別なツールが必要となる。

このことから、本研究では、小型橋梁に対するアセットマネジメント手法として、携帯端末を利用し、住民自身が実施できる橋梁基本点検のシステム「住民参加型橋梁点検システム」を構築する。現在、損傷の早期発見を目的とする「通常点検」

は、道路の日常巡回の一環として道路担当責任者が行っていることが多い。詳細なチェックを行う定期点検は5年に1度のペースでしか実施されていないことから、日常で行う基本的な点検が重要である。本研究では「通常点検」を住民の手で実施することを提案し、それを技術的に可能にすることを目指す。取得した点検結果のデータは、専門家による修復すべき橋梁の選択やその優先順位および実施時期を決定するための判断材料になるレベルであるものとする。そのための点検方法としては、現在行われている野帳への記入に代わり、携帯端末とモバイルアプリケーションを利用する。そのことにより、大量の資料を持ち運びすることなく、現場において点検項目や点検箇所、付帯情報を参照することができ、その場での点検結果の記入や撮影画像、位置情報、メモデータ等の取得を可能にする。また、取得した点検データを画像と共に管理者に伝達することを可能にし、専門家による老朽化対策の取り組みが迅速に行われることにつながる。行政と住民が点検情報を共有できるよう、データは効率的に閲覧・管理できるものとする。

2. 先行事例

2.1. 「橋梁定期点検要領（案）」から

現在の橋梁点検の種類、および点検シートについて確認する。橋梁は、従来の事後保全管理から、アセットマネジメントによって予防保全を導入する戦略的な維持管理への転換が図られている。「橋梁定期点検要領（案）」（国土交通省道路局 2004年3月）では、代表的な構造形式の橋梁についての記載や検討事項、配慮事項が述べられている。橋梁の状況を把握するための点検は複数存在しているが、点検によって点検項目と頻度は異なる。主な点検の種類と概要を表1に示す。

「通常点検」は、交通の安全確保に直接影響する路上および路面を主な対象としている。良好な維持管理と補修を行うためには、徒歩による目視点検を心がけることが望ましい。頻度は月に1回から年1回であり、点検対象は、目視で点検できる橋梁の主要部材である上部工、その他の部材および附帯設備であるが、状況によって路下部材の状態を写真撮影する。路下部材やパトロール車内か

ら確認できない橋梁の損傷については、損傷状況の把握、対策区分の判定およびそれら結果の記録を行う「定期点検」に依存することが多く、その間に生じた重大な損傷の早期発見は難しい。「定期点検」を実施することで詳細な状況の把握が可能となるが、一般的に「定期点検」は5年に1回程度の割合でしか実施されない。そのため、互いに情報を共有しながら効率的かつ効果的に行うことが重要であること、および損傷の早期発見を図ることを目的とする「通常点検」が基本であることがわかる。「定期点検」以外の各種点検では報告書様式は詳細には定められておらず、各自治体はそれぞれの様式で報告書を作成している。点検は紙媒体で行っている場合が多く、データの電子化や蓄積したデータの有効利用が進んでいるとは言えない。

2.2. 信州発あなたもできる橋の点検

信州大学地域共同研究「橋梁メンテナンス技術研究会」を基とするNPO法人橋梁メンテナンス技術研究所がマニュアル「信州発あなたもできる橋の点検」を出版している。橋梁の現状調査・点検において「橋梁管理者でも、役所の退職者でも、橋梁周辺住民でも誰でも」同じ視点で行うことができるよう配慮し作成された橋梁点検用マニュアルである。マニュアルは三部構成になっており、橋梁の損傷の点検用の「レベル1点検」「レベル2点検」と信州地域用の「重要度調査」に分かれている。「レベル1点検」では、診断箇所損傷判定を全て有無での記録、「レベル2点検」では点数制とし、既設橋梁の置かれている状況を的確かつ簡単に診断できることを目的として構成されている⁷⁾。このマニュアルは、2013年度において長野県および県下26の自治体と栃木県那珂川町の計28に導入されている。導入した各自治体は点検を行う者に対して、自治体の講習会の参加を義務づけており、周辺住民が点検を実施している例は少ない。また点検は紙の調査票を使用する方法である。

2.3. 道守養成ユニット

長崎県は、長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センターを中心として、県内の自治体職員、建設・コンサルタント業、NPO、地域住民と連携し、橋やトンネルや道路の維持管理を行う

表 1 橋梁点検の種類と概要

点検の種類	概要
通常点検	交通の安全確保・損傷の早期発見を主たる目的として、道路の日常巡回（パトロール）として実施される点検をいう。
定期点検	橋梁の保全を図るために定期的に実施するものであり、主に目視および簡易な点検機械・器具により行う点検をいう。
異常時点検	台風、豪雨、豪雪などの異常気象、または地震が発生した後に、主に交通の安全性を確認するために緊急的に行う点検をいう。
中間点検	定期点検を補うために、定期点検の中間年に、季節の点検設備や路上・路下からの目視を基本とした点検をいう。
特定点検	塩害等の特定の事象を対象に、予め頻度を定めて実施する点検をいう。

人材を養成する講座を平成20年度から開始した。こうした人材を「道守（みちもり）」と呼び、養成講座を「観光ナガサキを支える道守養成ユニット」と称している。道守養成講座は、道守補助員、道守補、特定道守、道守の4コースで構成されている⁸⁾。一般市民が対象となるのは「道守補助員」コースであり、日常生活の中で道路インフラ施設の異常に気付ける人材を養成するものであるが、橋梁の点検に関しては、「道守補」の範疇である。「道守補」は、長崎県内の自治体、建設業、建設コンサルタント業に従事している土木技術者、またはそのOBを対象者としている。橋梁周辺に住んでいても一般住民では申し込むことができない。なお、長崎県では、2014年より「信州発あなたもできる橋の点検」マニュアルの採用を予定している。

3. 点検システムの開発

3.1. システムの概要

住民参加型橋梁点検システム、すなわち、事前に特別な専門知識の習得を必要とすることなく、橋梁の基本的な点検実施を可能にし、適切な点検情報を迅速に管理者および専門技術者に伝達するシステムの開発のため、本研究では構築にあたり下記の点に留意した。

- ・点検実施にあたり、事前に専門知識の習得を必要とすることなく、また、必要とされる場合でも最低限で収まること

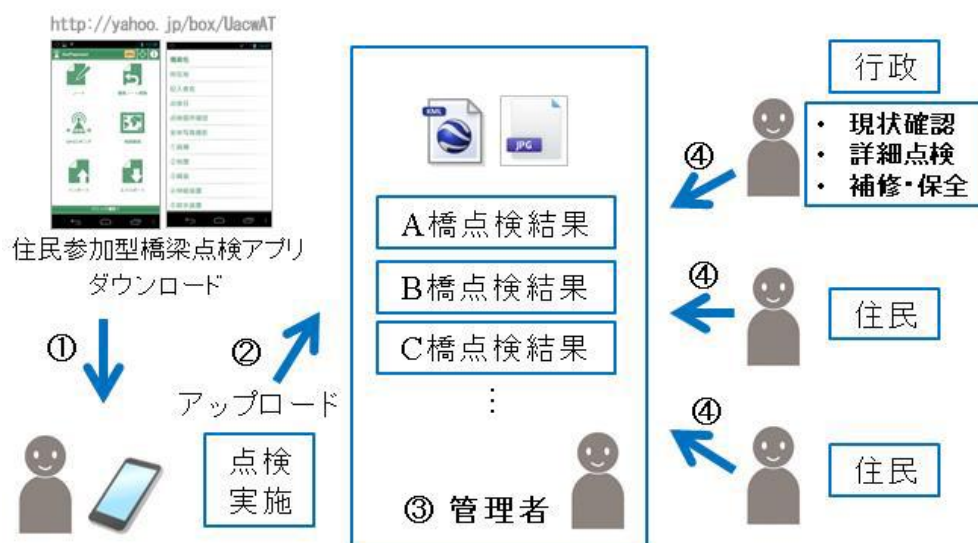


図 1 住民参加型橋梁点検システム概要図と流れ

- ・点検データは、専門技術者による老朽化対策工事の優先順位および実施時期の決定の支援材料になるものであること
- ・点検内容は適切であり、なおかつ理解し易いものであること
- ・身近なツールを利用したシステムであること
- ・個人的な金銭的負担が発生しないこと
- ・点検データの閲覧、蓄積と共有、その利用が簡易であること

上記の条件を満たす方法として、携帯用情報端末とオープンソースアプリケーションを用いて現場から点検データを収集する点検システムを構築するものとする。住民参加型橋梁点検システムの構成図と流れを図1に示す。

- ① 留意点を満たすように設計された住民参加型橋梁点検用アプリケーションは、誰もが自由にダウンロードできるものとする
- ② 現場からデータを収集し、点検結果を所定の場所にアップロードする。アプリケーション上では、点検項目ごとに、結果の入力欄、点検現場の状況に対して気が付いたこと等が記入できる欄が設定されている。いたづらを防ぐため、点検員の氏名や点検日、所在地等を書き込む機能を有する
- ③ 点検結果データは管理者により確認・整理される
- ④ 送信された情報と画像データは簡易に確認できる形式を持ちそれを参照することで行政は修繕すべき橋梁の優先順位決定と実施時期を効率的に決定することが可能となる。周辺住民からの閲覧

および現状確認も可能とする。

3.2. 開発環境

本研究では、複数画像取得が可能であること、位置情報を自動的に保存できること、機能カスタマイズが簡易であること、ファイル保存形式の多様性等を考慮し、モバイル用オープンソースソフトウェアである Geopaparazzi⁹⁾ を基本として、橋梁点検機能を追加したアプリケーションを用いる。Geopaparazzi はフィールド調査用モバイルアプリケーションで、Android 系の情報端末を使用し、OpenStreetMap) や地図タイルサービスを背景地図にしたフィールドワークに利用される。写真・音声・地図・GPS トラックデータを共に記録することができ、オリジナルのノートフォームを作成することによりカスタマイズが可能である。開発とサポートは Geopaparazzi コミュニティによって行われており、現時点の最新バージョンは、2014年2月6日に発表された Geopaparazzi 3.9.2 となる。住民参加型橋梁点検は、携帯情報端末上で実施し、現場で取得した点検データは、点検者端末および管理者端末での確認が可能であることを必須条件としている。ユーザーインターフェース開発環境、実施環境、閲覧環境を一体化するため、Geopaparazzi 上に橋梁点検用の定型フォームを追加し、橋梁点検用 Geopaparazzi を構築した。この点検システムを利用して、スマートフォンまたはタブレット等の携帯情報端末上で点検を実施するものとする。情報端末機器は、データ

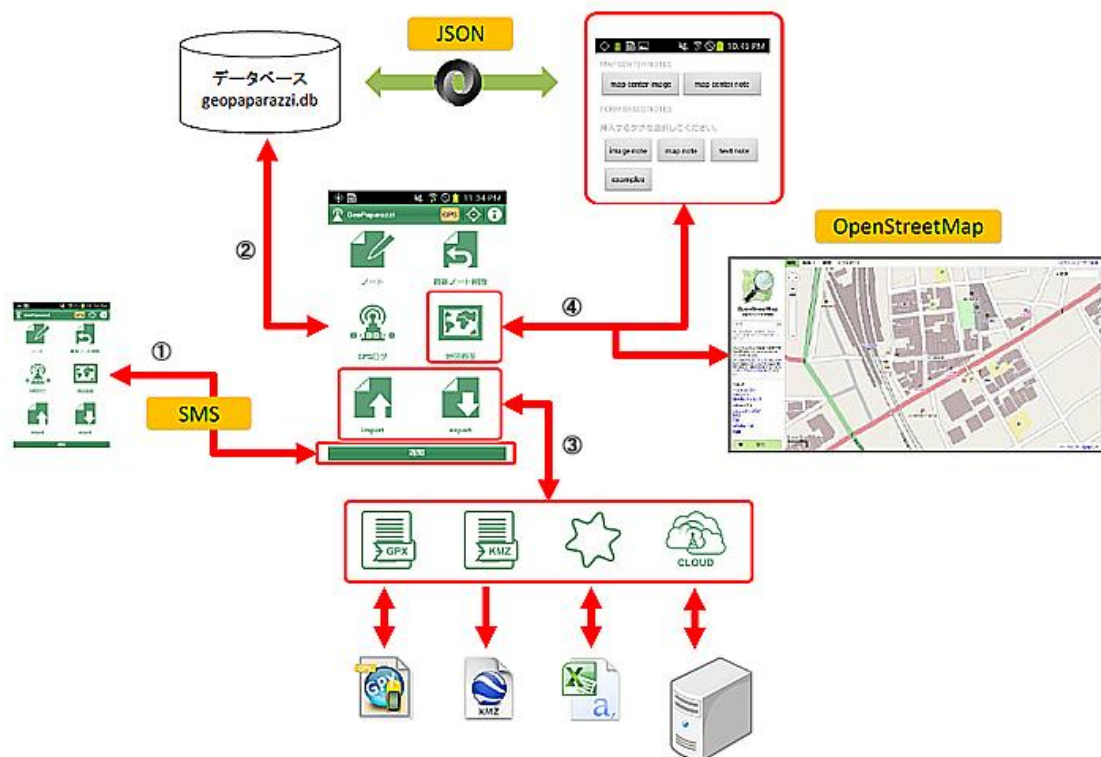


図 2 Geopaparazzi 全体の構成
出所：Geopaparazzi & OSM フィールド調査ハンズオンテキスト 6 ページ

の表示、画像の表示、文字入力、手書き入力、データの送受信等が可能であるが、本研究では、現場に携帯可能なサイズで、さらにアプリケーション開発が可能な機能性および拡張性に優れた情報端末機器が必要である。アプリケーション動作確認用製品には SAMSUNG 社製の、スマートフォン GALAXY NEXUS SC-04D を使用している。

3.3 橋梁点検用ノートフォーム

Geopaparazzi には、タグノートと呼ばれている定型のノートフォームが準備されており、これを編集することでカスタマイズが可能となる。全体の構成を図 2 に示す。①は GPS トラッキングの条件設定や SMS (ショートメッセージ) の番号設定と受信等の設定、②は Geopaparazzi.db データベースへの保存ファイルの蓄積、③はデータエクスポート機能およびファイル保存形式の設定、④は、地図画面ボタンからの OpenStreetMap 地図表示と定型ノートフォームの入力を示す¹⁰⁾。

タグノートの書式は JSON (JavaScript Object Notation) を使用する。ノートフォームで使用可能なタグは、「text」「numeric text」「date」「time」

「labels」「boolean」「combos」「pictures」「map」であり、テキスト、複数選択テキスト、数値型、日付型、時間型、ラベル、ブーリアン型、コンボボックス型、画像、地図がサポートされている。図 3 において、a) ノートタグ初期設定画面、b) カスタマイズ後の橋梁点検ボタン組込み画面を示す。図 2 の中央上部でも、FORM BASED NOTES として定型のノートフォームによる初期設定入力ボタンの一部が確認できる。

本研究で使用する住民参加型橋梁点検アプリケーションの全体の流れを図 4 に示す。①は地図画面ボタンから点検対象橋梁の位置表示および橋梁点検ボタン、②は橋梁点検ボタンから表示される住民参加型橋梁点検アプリケーション画面である。アプリケーションを利用して点検を実施した後は③のデータエクスポート機能で KMZ を出力し、④Google Earth 画面上で KMZ ファイルの橋梁点検結果を確認する。

住民参加型点検の場合、点検実施者が必要以上の負担を感じないようにするため、インターフェースは理解しやすいことが要求される。さらに、スマートフォンの小さな画面での操作も考慮する



図3 ノートタグ画面例

a) 初期設定画面 b) 橋梁点検ボタン組込画面

必要がある。横にスクロールする必要がないこと、バッテリーの無駄な消費を防ぐこと、わかり易い画面であること等を必須条件とし、シンプルな構成を心がけた。メニュー画面は、上部は橋梁名、所在地、点検者名、点検日等の一般項目記入エリアとし、下部に点検項目を配置している。図5にメニュー画面を示す。a)で画面上部を、b)で画面下部を表示している。これらは実際には縦に配置されている。一般項目として、橋梁名、所在地、点検結果記入者名、点検日を入力する。点検日は携帯端末の時計にリンクし自動で表示されるが、編集は可能である。例として図6にa)「橋梁名」入力画面およびb)「記入者名」c)日時編集画面例を示す。

点検箇所と名称をわかりやすく説明するために、本アプリケーションでは「点検箇所確認」ボタンを組み込んでいる。これを選択することにより点検箇所とその番号、名称が記載された橋梁の立体図と断面図がダウンロードできる。断面図は「橋梁定期点検要領(案)」および「信州発あなたもできる橋の点検」の点検用断面図を出所とした。立体図として、Trimble Sketch Upで作成したものを断面図上部に追加し、断面図理解の支援資料としている。断面図と立体図と照らし合わせることで、現場における点検部位の確認を容易にするものである。これらの図はあらかじめダウンロードできるので、点検実施以前に事前予習も可能とな

る。また、「点検箇所確認」ボタン内には損傷例写真画像が閲覧できる国土交通省のサイトアドレスが記載されている。図7に点検箇所確認画面を示す。実画面ではこれらは縦に配置されている。点検箇所には順番に番号が設定されており、この番号は点検項目番号に対応している。

3.4. 点検結果入力と確認

点検項目について、国土交通省の橋梁定期点検要領(案)およびNPO法人橋梁メンテナンス技術研究所「信州発あなたもできる橋の点検」マニュアルを出所とし、目視可能な基本点検項目を10項目設定した。桁に関しては部材(鋼またはコンクリート)で質問内容が異なるため2つに分けるものとする。

各項目には関係する質問が箇条書きで列記されており、質問内容に該当する場合、質問下部にあるマークを選択しチェックを付ける方式とした。10項目全てに共通するものとして「特に異常な点は見当たらない」「その他気が付いたことがあれば記入」「写真撮影」の3つのボタンが設定してある。また、橋梁路面の裏側を下から見上げることが求められる⑥「床版」⑦「桁(鋼)」⑦「桁(コンクリート)」⑧「支承」⑨「橋台・橋脚」に関しては、下から見るができない、またはそれをするには危険が伴うなど、橋梁路面の裏側の点検が不可能な場合を考慮して「未確認」ボタン



図4 「住民参加型橋梁点検」全体の流れ



図5 メニュー画面 a) 画面上部 b) 画面下部



図6 一般項目画面例

a) 橋梁名記入画面 b)点検者名画面 c)日時編集画面

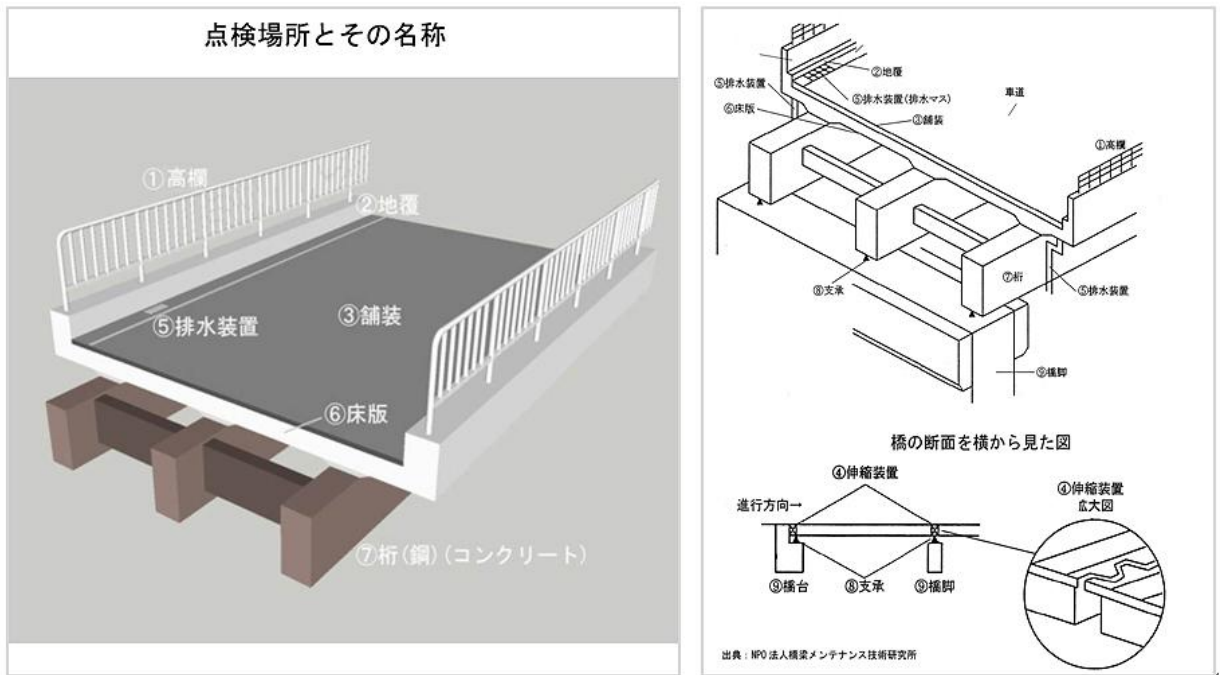


図 7 点検箇所確認画面



図 8 点検項目画面例
a) 「①高欄」点検画面 b) 「未確認」ボタン c) 要注意点検項目

が追加されている。また、各点検項目の質問事項の中には、詳細な点検を要する緊急度の高い状況を判断する質問が含まれているものがある。それらの重要質問は、他と区別して線で区切り、専門家による点検を推奨する旨を記載している。専門家による点検の推奨表示例を図 8 の c) に示す。

点検項目一覧と各内容の詳細を表 2 に示す。点検項目一覧の番号は、点検箇所確認図で示された番号に対応している。

点検時に音声録音を必要とする場合は、Geopaparazzi にあらかじめ組み込んである録音機能を使用する。Geopaparazzi の開始画面にあるノートアイコンをクリックすると、4 つのアイコンが並んだポップアップウィンドウが表れ、録音アイコンを選択するとレコーダが起動し録音が即座に開始される。ただし、GPS が測位開始していない状態では位置情報が付加できないため、この機能は使用することができない。

点検が終了後はデータを保存する。橋梁点検データの保存は、メニュー画面の下部にある設定ボタンを選択し「保存」「キャンセル」のどちらかを選ぶ。点検データや撮影画像、録音した音声データは、携帯端末内の / sdcard / Geopaparazzi / media フォルダに自動的に保存される。

本研究では、点検結果を簡易に確認することを目的とするため、点検データを KML に書き出すことを提案している。KML (Keyhole Markup Language) は、GoogleEarth に表示するポイント、線、画像、ポリゴン、モデルなどの地理的特徴をモデリングして保存するための、XML 文法および XML ファイル形式である。KML を使用することにより GoogleEarth 以外の特別なアプリケーションソフトを必要とすることなく、点検データの閲覧および情報の共有が可能となる。

Geopaparazzi で入力したノート、写真、定型フォーム、GPS トラックはプロジェクト単位に 1 つの KMZ ファイルに出力することができる。KMZ ファイルは、KML ファイルの圧縮ファイル形式である。点検後、Geopaparazzi 開始画面の「エクスポート」から「KMZ」を選択することによりデータの書き出しを行うが、KMZ ファイルの保存場所は、端末の内部ストレージのルート上となる。ファイル名には保存した日時が適用され、保存日時が 2014 年 1 月 2 日 13 時 04 分 05 秒の場合、geopaparazzi_20140102_130405.kmz

となる。

KMZ ファイルの点検結果を確認するには、端末に GoogleEarth がインストールされている必要がある。GoogleEarth で KMZ ファイルを開くと、点検を実施した橋梁の地図上の位置に「橋梁点検」の文字およびインフォメーションアイコンが表示される。インフォメーションアイコンを選択すると、点検結果と撮影画像が表示され、スクロールすることですべての結果を確認できる。

GoogleEarth 画面上での点検結果表示画面例として高欄の点検結果表示を図 9 に示す。

3.5. 情報の共有と利用

橋梁問題に対して住民と行政が協働するためには、情報を共有できる仕組みが不可欠である。本研究では、点検結果を共有できる仕組みとして、SNS (Social Networking Service, ソーシャルネットワークサービス) である facebook とクラウドストレージシステム Geopaparazzi-Cloud を連携する方法を提案している。

書き込める文字数や投稿画像数に制限がないこと、Google 検索結果への反映、情報の発信と管理の簡易さなどから、「一般住民でも基本的な橋梁点検が可能」なことを広く周知することを目的とする場合、SNS は非常に有用なツールであるといえる。本研究で設定した facebook の画面例を図 10 に提示する。

ただし、SNS の問題点として、いたずらや誹謗中傷を目的とするネガティブユーザーの存在を考慮しなくてはならない。facebook の場合、共有範囲設定で閲覧制限を設定しない限り、誰でも自由にすべての点検結果を確認できることになる。制限リスト設定を利用して制限を設ける場合は、1 名ずつの設定が要求されるため、制限対象者が多数にわたって存在する場合は非常に手間を要することになる。これらを考慮した結果、本研究では、SNS を情報への入り口および周知媒体と位置付け、詳細情報の閲覧はクラウドストレージシステムへ誘導するものとする。リンクを設定することで、SNS とクラウドストレージシステムの連携が可能にしている。クラウドストレージシステムの場合、管理者から許可を受けたユーザーのみ閲覧が可能となるものである。

2014 年 1 月より本研究において Geopaparazzi

表 2 点検項目一覧と内容 番号は点検箇所確認番号に対応

番号	点検箇所	質問内容
①	高欄	破断・変形・腐食がある 歩行者に危険と思われる箇所がある
②	地覆	ひびわれが見える 剥がれおちている所がある 鉄筋が見えている所がある
③	舗装	タイヤ走行位置に凸凹がある ひびわれが見える 穴や異常なへこみがある
④	伸縮装置	隙間に土砂や雑草がある 地覆のあき部に損傷がある 伸縮継手本体に損傷のようなものがある 段差や広いすきまがある
⑤	排水装置	排水マスが土砂や雑草などで詰まっている 排水管が破損して水漏れしている 排水マスのふたや配管その他に変形・損傷・腐食がある
⑥	床版	下から見て白い染みがある 下から見てひびわれがある 下から見て表面が剥がれ落ちている所がある
⑦	桁(鋼)	錆びている所がある ボルトが無くなっているところがある
⑦	桁(コンクリート)	ひびわれが見える 剥がれおちている所がある 鉄筋が見えている所がある
⑧	支承	錆びている所がある 車が通った時、叩くような音がする 損傷がある
⑨	橋台・橋脚	剥がれおちている所がある ひびわれが見える 桁と橋台の壁がぶつかっている
⑩	その他の点検	車が通った時振動が大きい 車が通る時、きしんだり、叩いたような異常な音がする



図 9 GoogleEarth 上での点検結果表示例

のクラウドストレージ機能が利用可能となった。Geopaparazzi の設定画面の「Geopap-Cloud 設定」およびエクスポート画面の「Cloud」での「ユーザー名」「パスワード」「接続サーバー」を設定後、「エクスポート機能」を使用することで、通常の Geopaparazzi データのアップロードが可能となる。同様に「インポート機能」の使用でデータのダウンロードができる。橋梁の位置、点検者氏名、点検結果等、扱いに注意を要するデータに関しては、Geopaparazzi-Cloud でのみ確認できるようになっている。Geopaparazzi-Cloud はデータベース機能を有しており、検索やデータの整理においても利便性を見出すことができるものである。Geopaparazzi-Cloud の画面例を図 11 に示す。

行政の管理責任者による点検データ確認の結果、より詳細な点検を必要とすると判断した場合、速やかに専門家による点検に移行することになる。従来の、「担当者が点検を終えて紙データへ記録、その後の報告と問題の洗い出し、解決方法の選択および決定、ファイリング」という流れと比較すると、管理責任者はクラウドストレージシステム

または SNS を通じて、アップロードされた点検結果を即時閲覧することで、点検実施から問題解決への、より迅速な対応を可能にするものである。

「住民参加型橋梁点検」アプリケーションは、<http://yahoo.jp/box/UacwAT> にアクセスし誰でも自由に取得することができる。ファイルは zip 形式に圧縮しており、ダウンロードした zip 形式のファイルには、橋梁点検用にカスタマイズした Geopaparazzi、使用説明ファイル、および点検箇所確認図の 3 つが含まれている。

なお、2014 年 1 月現在、Geopaparazzi は 13 か国（英語・イタリア語・フランス語・スペイン語・フィンランド語・ドイツ語・日本語・ハンガリー語・ノルウェー語・チェコ語・韓国語・ポルトガル語・ロシア語）で使用されている。本研究では、住民参加型橋梁点検アプリケーションの多言語対応として、日本語版以外に、英語版とスペイン語版を準備した。点検項目等、内容はすべて日本語版と同じものである。画面例として a) 英語版および b) スペイン語版のメニュー画面を図 12 に示す。

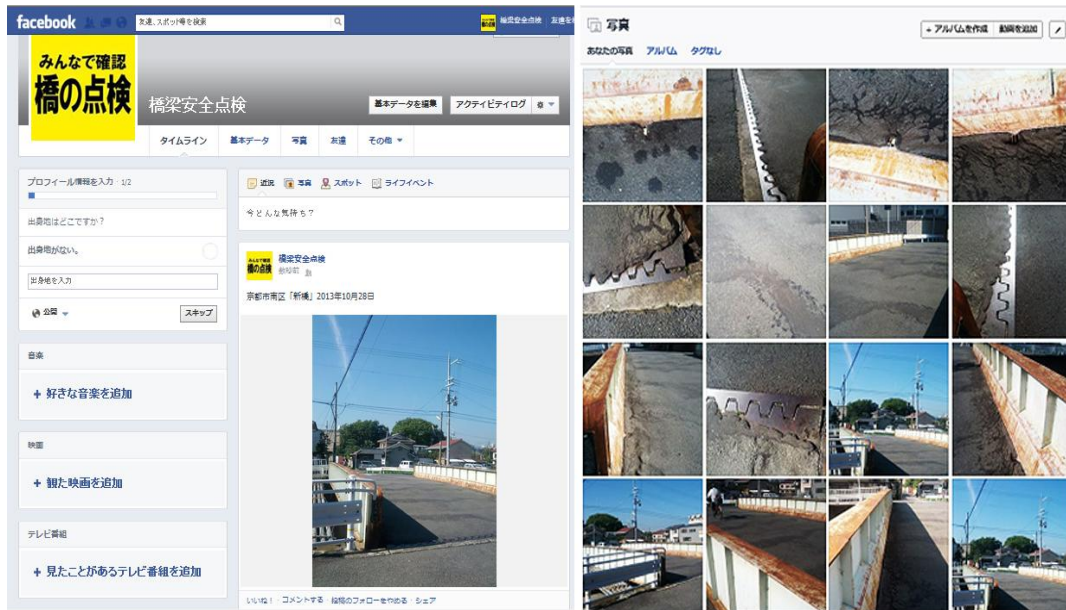


図 10 facebook を使用した点検結果閲覧例



図 11 Geopaparazzi-Cloud の画面例

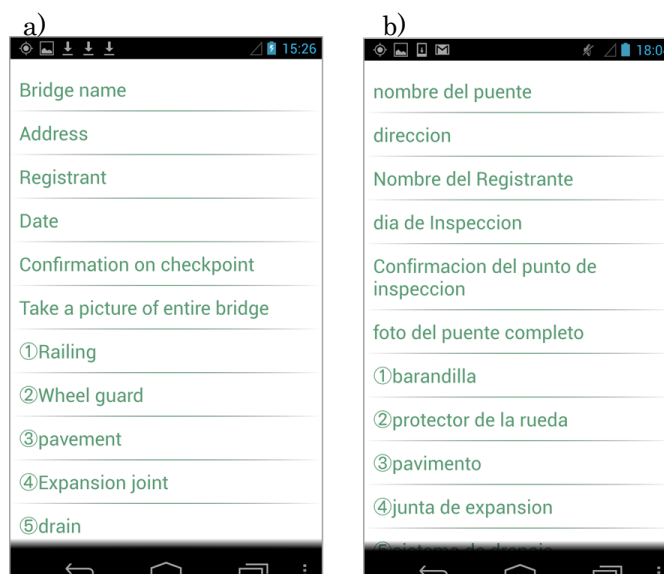


図 12 住民参加型橋梁点検アプリケーションの多言語対応
a) 英語版画面例 b) スペイン語版画面例

4. 検証と評価

4.1. 検証方法

一般住民に対する検証方法は、構築した基本点検システムの動作確認後、対象者にシステムを提示し、ヒアリング調査にて実施した。ヒアリング対象者は計 11 人であり、対象者は橋梁に関する知識を有しない。年代は 20 代から 50 代、職業は、会社員、自営業、専業主婦、学生で構成されている。調査の主な内容を表 3 に示す。

4.2. ヒアリング結果

橋梁老朽化に対する意識の確認であるが、全員「問題となっているのは知ってはいるが、自分とは無関係」と感じている。橋の崩落を心配したことはなく、高架橋の下を通過する場合にやや不安を感じると答えた人が 1 名ただけであった。今まで「橋」の存在をまったく意識したことはなく、今回の橋梁点検システムを実施するにあたって「初めて注意して橋を見た」というのが全員の共通したコメントであった。

アプリケーションパッケージのダウンロードおよび Geopaparazzi のインストールに関しては、全員「問題はない」という答えであった。点検項目とその質問内容に対しては、点検箇所確認図に関しての意見が目立っている。点検箇所確認図は立体図と断面図で構成されているが、参照したのは主に立体図であり、断面図は最小限しか確認していないということが全員に共通していた。また、

橋の形状は多種あるので、参考図と点検対象の橋の形が異なる場合、どこを確認すべきなのかとまどったという意見が複数あった。点検箇所の名称について「専門用語のみで理解できたか、通称も追加して併用すべきか」との質問に対し、「なくとも困らない」「どちらかというとなった方がよい」「ある方がよい」と様々な意見があげられている。点検項目の⑥床版以降の点検は、橋梁路面の裏側を確認する必要があるが、「橋の下に行くことは難しい」「危険を感じた」という意見があった。また交通量の多い場所では、点検に際して「車が怖い」「点検中に不審な目で見られた」等の意見があった。点検データ保存、KMZ ファイル書出しでも問題は起きていない。ただし、GoogleEarth 上の結果確認では、PC では点検結果が表示できるが、携帯端末では確認できない場合があった。点検結果を送信する際に用いた手段は、圧縮したデータを送信する方法と Dropbox 等のオンラインストレージサービスを利用する方法に分かれた。全員が初めての橋梁点検であるため、文字説明だけでなく点検作業の説明動画等の閲覧を希望している。該当の橋梁に関する過去の点検データが存在する場合、それを閲覧したいかとの問いには全員が閲覧を希望した。作業後の感想では「点検作業があれでよかったのか不安だ」という意見が大半を占めている。再度点検したいかとの問いに対しては「当分はしたくない」「しなくてはならないのであればする」「一度経験したので、次にする時は今回より気楽にできると思う」とのことであった。システムに対する評価を表 4 に記す。

次に橋梁専門家による、住民参加型橋梁点検シ

表 3 ヒアリング調査の内容

日時	場所	内容
2013 年 10 月～12 月	京都府京都市 京都府宇治市 大阪府大阪市 大阪府寝屋川市 大阪府枚方市 東京都練馬区	<ul style="list-style-type: none">・ 橋梁老朽化に対する意識と意見・ ダウンロードと使用説明書についての確認・ 操作性・ 点検項目・ 点検箇所確認図・ データの保存とエクスポート・ GoogleEarth 上での確認・ 橋梁点検システム全体に対する評価・ 改善すべき点や必要な機能

システムへの評価を確認する。今回、摂南大学理工学部都市環境工学科の頭井洋教授、近畿大学理工学部社会環境工学科の米田昌弘教授、NPO 法人「橋梁メンテナンス技術研究所」事務局長の月原光昭様から、住民参加型橋梁点検システムに対する評価をヒアリングした。頭井洋教授は枚方市と寝屋川市の「橋梁長寿命化修繕計画」、米田昌弘教授は守口市と富田林市の「橋梁長寿命化修繕計画」のアドバイザーであり、両教授ともに NPO 法人「関西橋梁維持管理」理事でもある。また NPO 法人「橋梁メンテナンス技術研究所」は、「信州発あなたもできる橋の点検」のマニュアル発行者である。システムに対する意見を以下に示す。

問題点 1：インターフェース

- ・ ④の排水、⑦の支承は、橋の状態を知るためには重点を置く箇所である。もう少し詳細な質問を用意した方がよい
- ・ 点検箇所確認図に関しては、なるべく立体図に集中させるべきである。大学生であっても図面を読み取るのは期待できないと思ったほうがよい

問題点 2：モチベーションの問題

一般的になじみのない「橋」を点検するにはモチベーションが必要であるが、金銭の介在は難し

い。参考になるものとして過去の例をみると、一般的な住民と行政との地域課題における協力の場合、「行政がすぐに対応してくれた」という経験があることがあげられている。橋梁においては、橋梁路面の裏側の点検である項目⑥床版から項目⑨橋台・橋脚までの結果が必須であり、それらの項目が充実している場合は行政が迅速に対応する可能性が高い。モチベーションをあげるという意味でも、今回のアプリケーションにおける橋梁路面の裏側に関する項目を再確認すべきではないか。

問題点 3：普及方法

実際に使用してもらうためには、SNS とクラウドストレージシステム利用した周知方法だけではなく、直接対面してシステムを紹介することも必要である。地域内に川がある町内会長に使用してもらうなど、小さな単位の地域グループから取り組みを始めることを勧める。

問題点 4：点検結果の閲覧制限について

橋梁点検結果を集めたサイトへの閲覧については、行政へのクレーマーの存在、あるいは画像を加工して投稿される可能性を考えると、制限なしに誰でも閲覧できるようにすることは勧めない。ネガティブユーザーの存在やその対処を考慮する

表 4 システムに対する評価

使用に関する問題	1) 用語がわかりにくい。もっと一般的な言い回しの方がわかりやすい。 例) 高欄→手すり
	2) GoogleEarth での位置情報が正しくない時がある(橋の位置が海の上になっている)
	3) 点検確認図の立体図をもっと詳しくしてほしい。断面図は見ようという気がしない
	4) もっとピンポイントで『ここを撮影せよ』との指示がある方がよい
	5) 橋の形状が見本と異なる場合、どこを点検していいのかとまどう
	6) 写真を撮ったのに消えている
	7) PC で GoogleEarth 上での結果が確認できるが、携帯端末だと見ることができない
一般的な問題	8) 自分で点検するのは面倒。役所に電話する方が楽だ
	9) 交通量が多いと危険を感じる
	10) 点検中に、不審な目で見られることがある

と、点検した結果に責任を持てる点検実施者および行政の閲覧のみでよいのではないか。

問題点 5：その他の問題

- ・ 橋梁は、局所的には破損があったとしても、全体的に見れば問題のない場合も多数ある。しかしながら、点検実施者が一般住民の場合、局所的な破損を意識しすぎて「老朽化」だと勘違いする可能性がある
- ・ クレーマー体質の住民がこの点検結果を行政管理者に持ち込み、「維持管理がなっていない」「対応が遅い」等の問題にして騒いだ場合、行政はこのシステムの存在自体を嫌がるのではないかという懸念がある。

4.3. 考察

一般住民対象のヒアリングの結果、住民が主体となって進める点検作業では、対象者によって結果に開きがあり、点検内容の理解度や点検回数の許容頻度においても違いがあることが分かった。橋梁の現状を確認するために最も必要とされる項目は、橋梁路面の裏側を目視する⑥から⑨の項目であるが、都市部の橋梁の場合、路面の裏側を目視できる橋梁の数は多くはなく、可能な場合でも点検に際して危険な場合も多い。橋梁路面裏側の点検の重要性を伝える必要はあるが、同時に細心の注意を促す必要もある。また、点検に際して、過去のデータを実際の点検時に閲覧できれば、両者の結果を相互的に閲覧することにより、よりよいデータの取得と蓄積につながると考えられる。

橋梁老朽化に対する意識では、これまで日本では大規模な橋梁事故がなかったため、橋梁老朽化対策が緊急を要する問題であるという実感に乏しい。このことは点検の許容頻度のヒアリング結果にも表れている。国土交通省では1か月に1回の日常点検が推奨されているが、ヒアリング対象者のコメントでは、せいぜい半年に1回程度が許容範囲であり、月に1度は負担を感じるとの意見が大半を占めた。橋梁の老朽化問題は大阪や京都の都市部に住む住民にとって、「新聞やテレビが騒いでいるもの」という程度であることもわかる。自発的な橋梁点検を促すには意識の変化が求められる。しかしながら、今回、点検を実施した後、全員から「今後は『橋』そのものを今までと違う目で見えるようになった」とのコメントを得ている。

公共構造物に対する意識の変化の表れと考える。意識の変化は、点検のモチベーションや点検頻度にもつながるものである。

次に、システムに対する評価について考察する。コメントの 1) に対しては、一般住民が理解しやすいよう、項目と点検確認図に正式名称と併せて通称用語を追加することで解決は可能となる。コメントの 2) は、点検前の Geopaparazzi 地図画面操作に起因する。点検を始める際、Geopaparazzi の「地図画面」上で橋梁の位置を画面中央に合わせる必要があるが、これをせずにすぐに点検画面に入った場合、橋梁位置は初期設定であるインド洋上になる。説明書には注意を促しているが、再三の注意喚起が必要であることがわかる。コメント 3) は、図面に対する理解度の問題であり、これは橋梁の専門家である先生方からも指摘があった。専門家でないかぎり図面を一瞥して理解することは難しい。可能な限り立体図上に点検箇所を指示を集約し、図面を簡素化、または省略する方向が望ましい。コメント 4) と 5) は、橋梁の形状が多種にわたることに起因する。点検箇所確認図に提示してある橋梁図の一般的な例をすべての橋梁にあてはめて点検箇所を理解するのは困難であることがわかる。解決方法の一案としては、ヒアリングでも全員から要望があった「実際に橋梁点検を実施している動画」を作成し参照できるようにすることが考えられる。コメントの 6) は、Geopaparazzi の画面デザインの問題である。写真を撮影した後、画面右端にあるチェックマークを選択して保存するが、左端にあるキャンセルマークと右端の保存マークの形が似ており混同しやすい。説明書上にて、図入りで注意を促すことを考慮する必要がある。コメントの 7) は、Android 版 GoogleEarth に起因する問題である。現時点でこれを解決するには、GooglePlay から入手可能な GoogleEarth 閲覧用無料アプリケーションのインストールが要求される。今回、その1つである KMLZ to Earth¹¹⁾のインストールにより GoogleEarth における点検結果の閲覧は可能になった。KMLZ to Earth のインストールについて、使用説明書での言及が必要となる。コメントの 8) は、住環境および住民参加意識に起因する。行政の対応が迅速で、交通の便の良い都市部に暮らす住民にとっては、橋梁老朽化を緊急の問題としてとらえることは難しく、自分たちで

点検するの必要を感じていないことがわかる。地域の公共構造物の課題に対しては、「行政が対処すべきもの」と考える人が多く、住民参加は消極的である。「地域課題を行政と協力して解決する」ということは、住民のすべきことが増えるということであり、それを肯定的に捉えるか否定的に捉えるかは個人によって異なることがうかがえる。コメントの 9) に対しては、使用説明書において言及が必要と思われる。コメントの 10) に対しては、腕章または名札で解決できるものである。

次に、専門家に対するヒアリングでの問題点を考察する。問題点 1 では、④排水装置と⑦支承に対し、より詳細な質問を設定することが推奨されている。行政が迅速に詳細な対応に取り掛かるためには、これらの状態を把握することが不可欠であることが理由であるが、④排水装置においては、橋長が短い橋梁では排水装置自体存在しないものがあり、詳細な項目を設定すると住民点検者がとまどう可能性を考慮する必要があり、質問内容に工夫が求められる。点検箇所確認図に関しては、できるだけ立体図上に点検箇所の指示を集約することで解決が可能となる。問題点 2 はモチベーションに関するものである。橋梁に何の興味もない住民に対し、点検に取り組んでもらうのは容易ではない。facebook の「いいね」評価がモチベーションに繋がる可能性もないとはいえないが、「行政の迅速な対応」の経験がより効果的であることは、「地域課題と住民と行政で橋梁の問題を解決する」という目的から考えても尤もな指摘である。そのためには、問題点 1 と同様、橋梁路面の裏側の項目の充実度を上げることが求められる。問題点 3 に対しては、身近な人に知ってもらうことの重要性が示唆されている。インターネット上でシステムの存在を広めるだけでなく、実際の人間関係においても努力が求められることになる。問題点 4 の閲覧制限については、専門家においても意見が分かれる。興味のある人には自由に閲覧してもらい橋梁の現状を知ってもらうべきであるという意見と、点検者と行政の責任者が見るだけでよいという意見である。後者においては、ネット上の愉快犯被害の可能性も考慮に入れたものである。システムの存在を知ってもらうことに重点を置くか、データ管理の安全性を重視するかで、選択は変わるものである。問題点 5 の「局所的損傷」と「橋梁全体の老朽化度」の関係では、一部の損傷が直

接老朽化に反映されるとは限らないことを、点検者に理解してもらうことが必要であり、そのことは不必要なクレームを防ぐことにも関係する。使用説明書に記載するなどの方法が必要である。

5. おわりに

本研究の目的は、現状確認および維持管理が行き届いていない小型橋梁または過疎地の橋梁において、現状把握と老朽化対策工事への迅速な取り組み、すなわち、保全あるいは補修工事を実施すべき橋梁の選択と優先順位付け、実施時期などを決定するアセットマネジメント手法確立を、住民が実施できる橋梁基本点検システムを用いて支援することであった。また、橋梁点検が紙ベースで記録されていることを指摘し、情報通信技術と携帯端末を利用して現場からデータを収集し保存する方法、「住民参加型橋梁点検」を構築した。「住民参加型橋梁点検」は、専門知識を有することがなくとも基本的な橋梁点検が可能となる様式を備えており、点検結果が簡易かつ効率的に閲覧できる設計である。またクラウドストレージシステムと SNS を用いることで、点検結果に対する情報の共有および蓄積を可能にした。本研究の成果は以下のとおりである。

- ・ 深刻な状況にありながら見過ごされている小型橋梁のアセットマネジメントでは、日常での基本的な点検データの把握が重要であることを述べた。
- ・ 従来の紙の用紙での点検に対して、身近なツールである携帯端末機器を用いて点検結果のデジタル化が実現し、効率的なデータ保管・閲覧と共有が可能であることを示した。
- ・ 「住民参加型橋梁点検システム」を使用することで、一般住民による基本点検の実施および維持管理支援に係るデータの収集が可能であることを示した。
- ・ 地域行政と住民が協働して橋梁老朽化問題に取り組むためには適切なツールが不可欠であり、無料かつ理解しやすい「住民参加型橋梁点検システム」がそれに対し有用であることを示した。
- ・ ヒアリング調査によるシステムの評価を実施し、行政との連携をより迅速にするシステム構築研究に対するフィードバックとした。

次に、本研究の今後の課題を記す。

本研究で構築したシステムは、橋梁のアセットマネジメント検討時の支援材料となる基本点検データを、住民が収集可能にするものであった。ただし、経年劣化の観察においては、異なる点検者においても同じ部位のデータの収集が可能であることが求められる。通常は、点検者は実施前に講習会等で説明をうけるが、それに代わるものとして、住民が点検前に閲覧する動画の作成を今後の課題として提案する。本研究では、情報の取得と閲覧に関するシステムの構築にとどまったが、講習会で習得するものと同様の動画を作成することで、点検対象の説明、損傷の種類と状況、記録方法や写真の撮影位置およびアングルの指定等を、事前に点検者に閲覧してもらうことができる。可視化により常に一定水準の点検データの効率的な収集が実現できると考えられる。このことは、実施時における点検者の疑問を解消するだけでなく、点検者が収集したデータに対する精度の向上にもつながるものである。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた本学創造都市研究科都市情報学専攻知識情報基盤分野の大西克実准教授、本学工学研究科都市系専攻橋梁工学分野の松村政秀准教授、摂南大学理工学部都市環境工学科の頭井洋教授、近畿大学理工学部社会環境工学科の米田昌弘教授、NPO 法人橋梁メンテナンス技術研究所事務局長月原光昭様には、研究内容に対してご助言やご指摘をいただきました。深く感謝致します。お忙しい中、多くの方々に本研究のシステムに対するヒアリング調査にご協力頂きました。深く感謝致します。最後に、于文龍氏をはじめとして、多くの知識や示唆をくださった研究室の皆様にご心から御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 国土交通省「日本の橋梁の現況」 p.2 :
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo1_1.pdf
- 2) 国土交通省報道発表資料 平成 25 年 7 月「道路橋の長寿命化に関する取組状況について」:
http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000367.html
- 3) 矢吹信喜「IC タグ、センサネットワーク、PDA を用いた点検モニタリングデータの維持管理への高度利用に関する研究」港湾空港建設技術サービスセンター研究開発助成報告書第 09-6 号 (2012) p.1
- 4) 国土交通省「日本の橋梁の現況」 p.6 :
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo1_1.pdf
- 5) Gov 2.0: It's All About The Platform :
<https://techcrunch.com/2009/09/04/gov-20-its-all-about-the-platform/>
- 6) FixMyStreetJapan : <https://www.fixmystreet.jp/>
- 7) NPO 法人橋梁メンテナンス技術研究所 :
<http://www.arrownet.jp/BMTRI/BMTRI.html>
- 8) 道守養成ユニット : <https://michimori.net/>
- 9) Geopaparazzi :
<http://code.google.com/p/geopaparazzi/>
- 10) OSGeo Foundation Geopaparazzi & OSM フィールド調査ハンズオンテキスト p.5
- 11) KMLZ to Earth :
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appspot.wrightrocket.kmlkmz&hl=ja>

参考 URL

- ・ 国土交通省 : <http://www.mlit.go.jp/>
- ・ 総務省 : <http://www.soumu.go.jp/>
- ・ 日本道路協会 : <http://www.road.or.jp/index.html>