

山口県道路施設維持管理支援システムの開発と
実用性検証に関する研究

Development of a Road Infrastructure Maintenance Support
System and Its Practical Use in Yamaguchi Prefecture

2015 年 3 月

山 根 智

Satoru YAMANE

山口大学大学院理工学研究科

学位論文の要旨

地方自治体において、道路などの社会基盤を適切に維持管理していくことは、住民生活の利便性向上だけでなく、防災・減災の面からも、住民が安全安心な生活を送るために欠かせないものである。

近年、道路施設の維持管理業務は、道路施設に対する住民からの要望、苦情などのニーズが多様化するとともに、件数も増加している。一方、維持管理業務を担う自治体職員は、これら多様化し増加する住民ニーズに加え、昨今の大規模で頻繁に発生している災害の緊急対応に追われるなど、業務の負担が過多となってきた。さらに、行政改革に伴う公共事業費と職員数の削減により、社会基盤を適切に管理することが困難な状況になっている。これらの状況を改善するためには、情報通信技術(ICT: Information and Communication Technology)を積極的に取り入れた仕組みが、今後、ますます重要となる。

本研究は、道路関連施設の維持・更新のための予算や人員が削減されている中で、住民が安心・安全な生活を守る道路のサービス水準を確保するため、より効率的かつ効果的に道路関連施設を維持管理する仕組みが必要であることから、情報通信技術(ICT)を活用した道路施設維持管理支援システムと道路施設損傷音声案内システムの構築を目指した。

学位論文の構成は全体を6章構成とする。

第1章では、本研究の背景と目的および研究に至った経緯を述べる。

第2章では、山口県における道路施設の維持管理の現状と課題を整理するとともに、近年における各機関のシステム運用や既往の研究で開発されている情報通信技術(ICT)を活用した道路施設の維持管理システムを紹介し、本研究との違いを明確にした。これにより、既往研究の利点も踏まえ、山口県の道路維持管理業務の実情に応じたシステムの開発を行うことができる。

第3章では、道路施設状況や住民からの苦情・要望案件など、道路施設に関する情報が紙ベースにより管理・情報共有が行われているため、案件対応や維持管理業務委託業者への指示等に時間を要してしまうことから、迅速な案件対応や情報共有の明確化を図る目的として業務改善の対応を検討した。

改善策として、誰もが、いつでも、どこからでも地域情報を入力・閲覧できるWeb-GISと位置情報を提供するGPS携帯電話を連携させ、道路管理者がWeb-GIS上で位置情報と損傷状況がリアルタイムに把握できる「道路施設維持管理支援シス

テム」を開発した。これにより、迅速な対応と情報の共有化が図られ、効率的・効果的な維持管理を行うことができる。

システム構築の過程で、GPS 携帯電話で取得する位置情報の精度検証や GPS 携帯電話で位置情報が取得できない場合の対応、また道路施設損傷の写真データの有効画素数について検証を行った。そして、試験運用の結果によるシステムの評価、および導入効果を記述する。

第4章では、道路施設維持管理支援システムで得られた情報や橋梁点検など、蓄積されたデータは事務所パソコンのみの閲覧若しくは、現場へ紙で持ち出すなど蓄積されたデータが現場で有効に活用されていないため、施設損傷の早期発見、早期対応に繋がらないことから、リアルタイムに蓄積された情報を取得でき、また迅速に簡易な道路施設点検が実施できるなど、より効果的な対応を図る目的として業務改善の対応を検討した。

改善策として、近年著しい普及をみせている高機能携帯電話(通称スマートフォン)に着目し、端末機の位置情報機能と音声機能を利用して、道路施設の損傷状況をカーナビゲーションのように音声で案内する「道路施設損傷音声案内システム」を開発した。これにより、蓄積された有用なデータが簡単にリアルタイムに把握することができ、日常点検を行う道路巡視員に、道路施設の変状などを注視させ、巡視意識の向上を図ることができる。さらに、道路施設損傷の予兆を発見することで、異常現象の早期発見および、劣化進行度合いに伴う迅速な対応に繋がるなど、効果的で高度な道路施設維持管理を行うことが可能となる。

システム構築の過程で、道路施設関連情報の音声案内データの抽出や音声案内開始のタイミングについて検証を行った。そして、試験運用結果によるシステムの評価、および導入効果を記述する。

第5章では、開発した「道路施設維持管理支援システム」と「道路施設損傷音声案内システム」を県職員及び道路維持管理委託業者の協力のもと、試験運用を行い、システムの実用性について検証を行った。

第6章では、研究の成果と開発したシステムの課題と今後の改善事項を記述する。

ABSTRACT

In local government, it will continue to properly maintain the social infrastructure such as roads, not just improved convenience of residents living, from the viewpoint of disaster prevention and mitigation, residents essential for a safe and secure life it is those without.

In recent years, maintenance management of road facilities, demand from residents for road facilities, as well as a variety of needs, such as complaints, the number is increasing. On the other hand, is responsible for maintenance work municipal staff, in addition to the residents needs to be increased to these diversification, for example, is chased by emergency response of disaster that frequently occurs in the recent large-scale, becoming excessive burden on business there. In addition, the reduction of public works spending and the number of staff involved in administrative reform, be proper management of social infrastructure has become a difficult situation. To improve these conditions, aggressively taken the mechanism Information communication technology (ICT) is the future, become increasingly important.

The present study, in which budget and personnel for the maintenance and updating of road-related facility is reduced, in order to ensure the service level of the road that residents protect the safety and security of life, more efficiently and effectively from that mechanism to maintain a road-related facility is required, aimed at the construction of road facilities maintenance support system and road facilities damaged voice guidance system that uses information and communication technology (ICT).

The configuration of the thesis to the Chapter 6 constitute the entire,

In Chapter 1, we describe the circumstances that led to the background and purpose and research of this study.

In Chapter 2, as well as organize the current situation and problems of maintenance of road facilities in Yamaguchi Prefecture, and of road facilities that utilize information and communication technologies that have been developed in the system operation and history of research of each institution (ICT) in recent years introduces the maintenance system, and to clarify the difference between this study. Thus, in light of the advantage previous studies, it is possible to perform the development of a system in accordance with the circumstances of the road maintenance operations Yamaguchi.

In Chapter 3, such as complaints and requests projects from road facility conditions and residents, because the information about the road facility is made management and

information sharing by the paper-based, the instructions and the like to the projects correspondence and maintenance subcontractors since it takes time, it was considered for operational improvement for the purpose of clarifying rapid response projects and share information.

As improvements, anyone, anytime, anywhere the GPS mobile phone to provide location information and the input and viewing can be Web-GIS regional information by linking even from the road administrator is the damage situation position information on Web-GIS We have developed a "road facilities maintenance support system" that can be grasped in real time. Thus, sharing of rapid response and information is reduced, it is possible to perform efficient and effective maintenance.

In the course of system construction, enabled when the location information in the accuracy verification and GPS mobile phone location information obtained by the GPS mobile phone can not be obtained, also I was verified for the number of effective pixels of the photo data of road facilities damage. Then, the evaluation of the system according to the results of the test operation, and describes the introduction effect.

In Chapter 4, such as information obtained in road facilities maintenance support system and bridges inspection, effective use of the accumulated data browsing or only office PC, the stored data, such as bring in paper to the site is in the field since it is not, intended to promote early detection facility damage, because no lead to early response to retrieve information stored in real time, and also such as can be carried out quickly in simple road facilities inspection, a more effective response I was considered for business improvement as.

As improvements in recent years by focusing on high-function mobile phone has made significant spread (aka smart phones), by using the location information function and voice capabilities of the terminal, the damage situation of road facilities in the voice as car navigation I have developed a "road facilities damaged voice guidance system" to guide. Thus, the stored useful data is able to grasp easily in real time, the road warden to perform daily inspections, to gaze, etc. Deformation of road facilities, it is possible to improve the patrol awareness. Furthermore, it is possible to find the sign of the road facilities injury, early detection of anomalies and the like leads to a rapid response due to the deterioration degree, it is possible to carry out effective and high road facilities maintenance.

In the course of system construction, it was verified for the timing of extraction and

voice guidance start of the voice guidance data of road facilities related information. Then, the evaluation of the system according to the test operation results, and describes the introduction effect.

In Chapter 5, the cooperation of the developed "road facilities maintenance support system" and "road facilities damaged voice guidance system" the county staff and road maintenance contractors, to perform the test operation, and examine the utility of the system the I went.

In Chapter 6, describes the challenges and future improvements matters of system which was developed with the outcome of the research.

目次

第1章 序論	- 1 -
1. 1 本研究の背景	- 1 -
1. 2 本研究の目的	- 3 -
1. 3 本論文の構成	- 6 -
参考文献	- 8 -
第2章 山口県における道路維持管理の現状と課題および既往研究	- 9 -
2. 1 山口県における道路維持管理の現状と課題	- 9 -
2. 1. 1 山口県の道路施設現況	- 9 -
2. 1. 2 山口県の道路施設に関する予算と職員数	- 11 -
2. 1. 3 山口県の管理道路における維持管理体制	- 13 -
2. 1. 4 山口県における道路に関する苦情等の現状	- 15 -
2. 1. 5 まとめ	- 16 -
2. 2 情報通信技術を活用した近年の事例と本研究の特徴	- 17 -
2. 2. 1 各機関の情報通信技術を活用した道路維持管理の事例	- 17 -
2. 2. 2 近年の研究事例	- 19 -
2. 2. 3 本研究の特徴	- 19 -
2. 3 第2章のまとめと課題	- 21 -
参考文献	- 22 -
第3章 道路施設維持管理支援システムの開発	- 24 -
3. 1 現場における現状と課題	- 24 -
3. 1. 1 情報伝達・情報共有の現状と課題	- 24 -

3. 1. 2	事務所統廃合による災害時対応の懸念	- 25 -
3. 2	道路施設維持管理支援システムの開発	- 26 -
3. 2. 1	システムの流れと構成	- 26 -
3. 2. 2	システムの概要	- 28 -
3. 2. 3	システム内の各種機能概要	- 31 -
3. 3	GPS 携帯電話による情報提供の課題	- 34 -
3. 3. 1	GPS 携帯電話情報による位置精度	- 34 -
3. 3. 2	有効画素数の検討	- 37 -
3. 3. 3	圏外における情報提供の対応	- 40 -
3. 3. 4	考察	- 44 -
3. 4	システムの評価と導入効果	- 44 -
3. 4. 1	システムの評価	- 44 -
3. 4. 2	県職員および委託業者からの意見聴取	- 45 -
3. 4. 3	導入効果	- 46 -
3. 5	第3章のまとめと課題	- 47 -
	参考文献	- 48 -
	第4章 道路施設損傷音声案内システムの開発	- 49 -
4. 1	日常点検・定期点検における現状と課題	- 49 -
4. 1. 1	巡視意識(注視力)の向上	- 49 -
4. 1. 2	日常点検の精度向上	- 51 -
4. 1. 3	蓄積データの迅速かつ円滑な情報提供	- 52 -
4. 2	道路施設損傷音声案内システムの開発	- 54 -
4. 2. 1	システム開発の流れ	- 54 -
4. 2. 2	音声案内データの収集・整理	- 55 -
4. 2. 3	音声案内のメッセージ内容の検討	- 57 -
4. 2. 4	システム設計	- 61 -

4. 3 システムの概要	- 66 -
4. 4 システムの評価と導入効果	- 68 -
4. 4. 1 音声案内による情報提供の有効性	- 68 -
4. 4. 2 県職員からの意見聴取	- 70 -
4. 4. 3 音声案内の開始タイミングの検証	- 71 -
4. 4. 4 連続橋梁における音声案内の検証	- 73 -
4. 4. 5 考察	- 74 -
4. 4. 6 導入効果	- 75 -
4. 5 第4章のまとめと課題	- 77 -
参考文献	- 78 -
第5章 開発したシステムの実用性検証	- 79 -
5. 1 道路施設維持管理支援システムの実用性検証	- 79 -
5. 1. 1 道路施設損傷の情報提供	- 79 -
5. 1. 2 冬期路面の情報提供	- 82 -
5. 1. 3 道路施設維持管理支援システムの利用状況	- 82 -
5. 1. 4 蓄積データを活用した道路施設維持管理の例	- 83 -
5. 1. 5 考察	- 87 -
5. 2 道路施設損傷音声案内システムの実用性検証	- 88 -
5. 2. 1 簡易的な橋梁点検の実施	- 88 -
5. 2. 2 リアルタイムな情報提供による注意喚起	- 89 -
5. 2. 3 考察	- 91 -
5. 3 第5章のまとめと課題	- 91 -
参考文献	- 93 -

第 6 章 結 論	- 94 -
6. 1 各章のまとめ	- 94 -
6. 2 開発したシステムの課題と改善事項	- 97 -
6. 2. 1 蓄積されたデータの管理方法の提案	- 97 -
6. 2. 2 大規模災害に備えたシステム利用者の拡充	- 99 -
6. 2. 3 道路維持管理用サーバの負荷	- 99 -
6. 2. 4 スマートフォン端末機を活用した利便性の向上	- 101 -
6. 2. 5 システム運用におけるセキュリティポリシーの確立	- 105 -
参考文献	- 106 -

第1章

序論

1.1 本研究の背景

道路関連施設は、道路利用者の生活に密着した最も身近な社会基盤施設であり、これらに対する維持管理の要望、苦情など住民からのニーズが多様化している傾向にある。このような状況下、住民の安全・安心な生活を守るためには、今後も道路関連施設を適切に維持管理することが重要であり、より効率的かつ効果的に道路関連施設を維持管理する仕組みが必要である。また、山口県は中国山脈によって山陽側と山陰側に分断され、気象特性などに大きな地域差が見られる上に、平地が乏しく地形が錯綜して急傾斜地が多く存在するため、近年においては豪雨時に甚大な災害が発生し、道路網が寸断されることも多く、災害時における迅速な対応が重要となっている¹⁾。そして、県北部では冬期の積雪や路面凍結などによるスリップ事故、それに伴う道路施設損傷や渋滞などを引き起こしているため、的確な除雪作業、塩カル散布などの冬期対応が望まれている。

このように山口県における維持管理業務は、施設に関する通常の維持管理に加えて、道路利用者からの要望・苦情などの対応、また事業執行に対する説明責任、関係機関との協議・調整さらには、緊急対応を要する災害など業務内容が多岐にわたっており、職員の業務負担は過多となってきた^{2), 3)}。そのため、各所の出先事務所(土木建築事務所)での的確な維持管理を遂行するためには業務の効率化、さらには情報の共有化を図ることによって業務負担の増加を可能な限り軽減することが必要となる。

上記のような業務負担増を改善するため、各所の土木建築事務所では、従来の紙べ

ースの書類による事務処理に代えて、汎用ソフト(Excel/Accessなど)を一部導入し、またデジタル化した道路台帳とも組み合わせた支援システムの構築によって業務負担増の改善を試みてきた。しかしながら、道路施設損傷の発生位置を把握するのに管内図や道路台帳および市販(例えば、ゼンリン社製)の地図、さらには当該住所などから具体的な案件発生場所を特定する作業に手間が掛かる。そして、維持管理委託業者への作業指示などについても、FAX等でのやりとりに時間を要してしまう状況にある。また、災害時では初期対応を迅速・的確に実施することが早期の復旧に繋がり、そのためには早期の状況把握および情報共有が不可欠である。冬期では、路面状況などをリアルタイムに情報提供することにより、除雪ルートを的確に判断・指示することができ、効率的な除雪が行われ、それに伴う事故発生の抑制、さらには通行止めによる迂回路の検討など効果的な対応が必要である。

次に、橋梁やトンネルなどの特殊構造物の維持管理は、日常の維持管理に加え、定期点検を実施し、特に橋梁については山口県の「橋梁データベースシステム」に点検データを蓄積している。そして、その点検結果について、補修時期の決定や次回の点検計画を策定している^{4), 5)}。

舗装路面の維持管理は、路面性状計測車により定量的な路面評価を行い、評価結果に基づいて舗装補修計画を立て効率的な維持管理を行っている。しかし、当該調査には、多額の費用がかかるという課題があり、継続的・計画的な計測調査が困難な状況である。そこで、山口県では、道路の走行映像、位置情報、車内走行音および車両振動の4種類のデータと舗装路面状況を関連付けすることにより、簡単に路面状況の評価を行う「舗装路面簡易評価システム」を開発し、低コストかつ迅速に舗装補修計画策定を可能としている⁶⁾。

しかし、これらの維持管理手法は、日常点検時において、当該分野の省力化等の効果はあるが、削減されている予算や人員を補うほどの効果は期待できない。

また、さまざまなシステムにより蓄積された道路施設の損傷状況などのデータは、インターネットに接続されたパソコンでのみ管理、閲覧可能であるため、道路巡視などの日常点検時において、道路施設損傷の対応状況や定期点検時からの橋梁・舗装の劣化進行状況を現地で容易に確認ができず、蓄積されたデータが有効に活用されていないという課題がある。

1.2 本研究の目的

地方自治体において、道路などの社会基盤を適切に維持管理していくことは、住民生活の利便性向上だけでなく、防災・減災の面からも、住民が安全安心な生活を送るために欠かせないものである。近年、道路施設の維持管理業務では、道路施設に対する住民からの要望、苦情などのニーズが多様化するとともに、件数も増加している。

一方、維持管理業務を担う自治体職員は、これら多様化し増加する住民ニーズに加え、昨今の大規模で頻繁に発生している災害の緊急対応に追われ、業務負担が過多となってきた。さらに、行政改革に伴う公共事業費と職員数の削減により、社会基盤を適切に管理することが困難な状況になっている。これらの状況を改善するためには、情報通信技術(ICT)を積極的に取り入れた仕組みが、今後、ますます重要となる。

図-1.1に、道路施設における情報通信技術と道路管理者や道路利用者への情報サービスの関連を整理した。

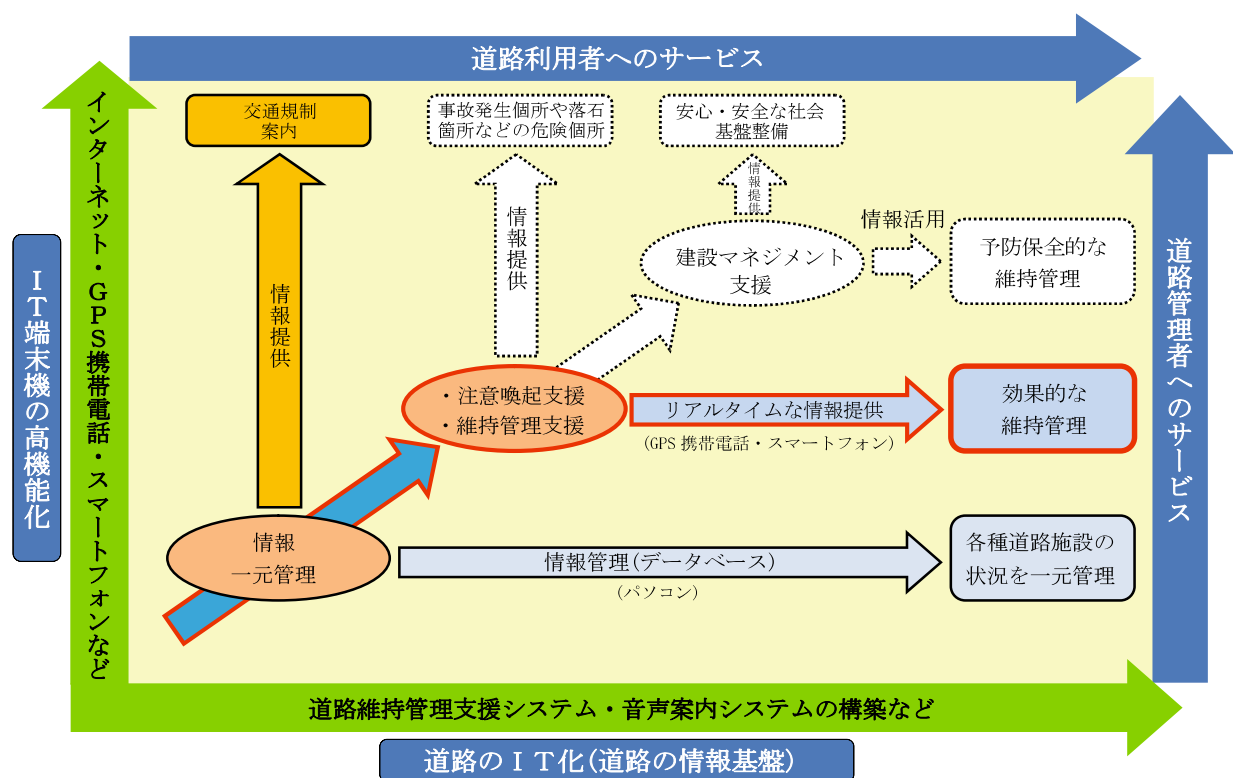


図-1.1 ICT を活用し道路維持管理イメージ

図-1.1 に対する山口県の道路施設情報は、道路施設の日常点検・定期点検の蓄積データや各土木事務所発注の工事に伴う交通規制情報などが一元管理されている。これらの情報は、道路施設状況の情報共有や修繕計画に反映できるデータとして活用され、また交通規制情報は、図-1.2 の「道路見えるナビ」により道路利用者へ積極的に情報提供し、サービス向上を図るなど土木情報が有効に活用されている⁷⁾。

しかし、一元化された蓄積データが維持管理の実務上において、いつでも・だれでも・どこでも、容易に情報入手できるとした業務の効率化が図られていない状況にあるため、近年普及が著しいGPS携帯電話やスマートフォンを活用したシステム構築を行い、業務の効率化、情報の共有化、さらに発展した道路情報提供サービスの向上を図ることが必要である(図-1.1の赤実線)。

そこで本研究は、山口県における情報通信技術を活用した山口県道路施設維持管理システムの構築を図った(図-1.3)。

まず、一つは、道路施設の損傷発生現場などの位置情報と問題案件の画像がリアルタイムに把握できるGPS携帯電話の位置情報機能とWeb-GISを組み合わせた「道路施設維持管理支援システム」の開発⁸⁾を行うものである(図-1.3上側)。これにより、維持管理業務の効率化や災害直後等における関係機関への報告と委託業者に対する指示が迅速に行える伝達・対応の迅速性の向上させることが可能となり、また、問題案件の処理状況および進捗状況が、いつでも、どこでも、だれでも確認できるなどの情報の共有化を図ることができる。



図-1.2 山口県道路見えるナビのサイト画面

次に、日常点検・定期点検や道路施設維持管理支援システムで得られた情報などの有益なデータを現地で容易にリアルタイムに活用するため、近年、急速に普及し始めている高機能携帯電話(以下、スマートフォン)を活用し、巡視中にカーナビゲーション(以下、カーナビ)のように施設損傷状況を音声で把握できる「道路施設損傷音声案内システム」の開発⁹⁾を行うものである(図-1.3右側)。これにより、巡視中に施設損傷状況の情報をリアルタイムに把握することができ、出先事務所のPCでの確認や案件情報の紙媒体での持ち出しが不要となり、効率的に維持管理を行うことができる。さらに、音声案内により巡視に対する意識(注視力)が向上し、また各点検の結果もデータとして記録することができるため、今後、橋梁など劣化施設が急増する中、急速的な劣化進行に対する早期発見・早期対策に繋がるなどの、より高度な維持管理業務を遂行することが可能となる。

山口県道路施設維持管理支援システム

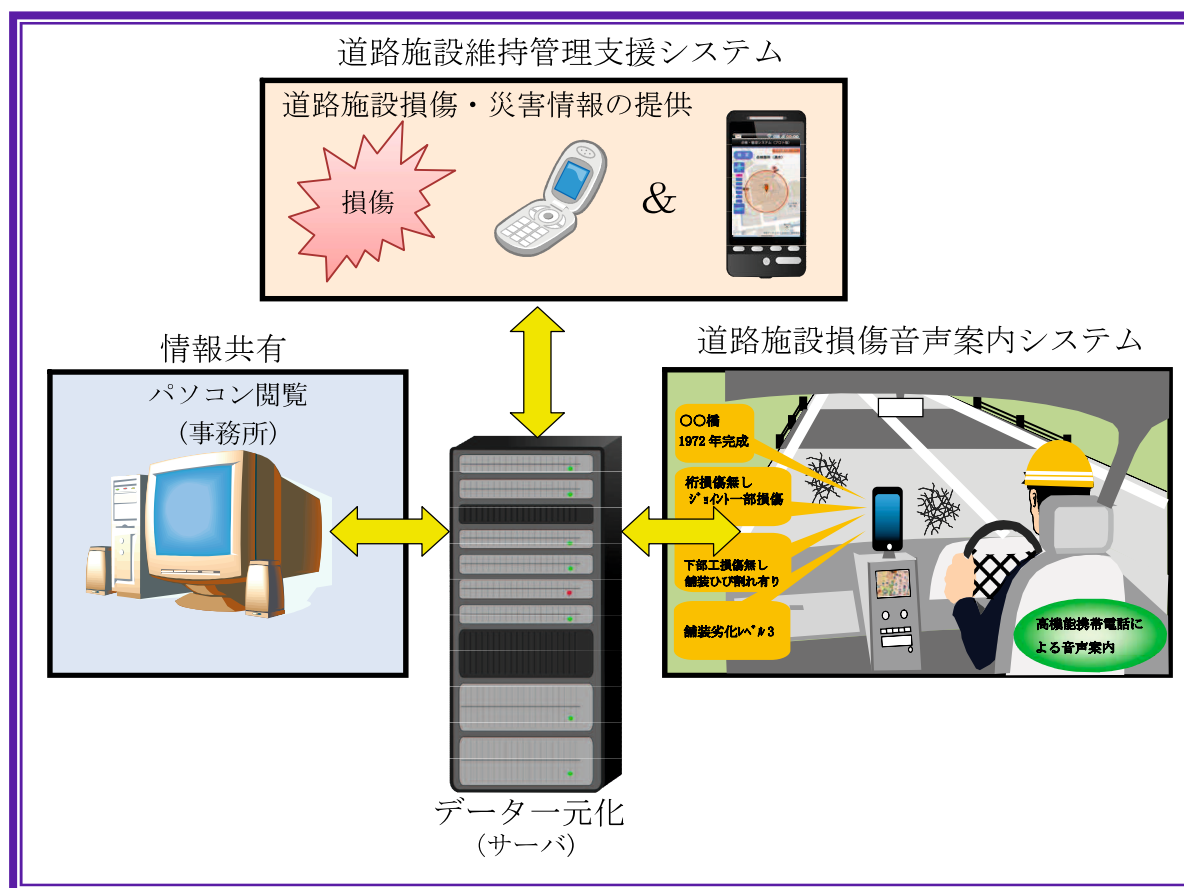


図-1.3 山口県における情報通信技術の活用

1.3 本論文の構成

本論文は、6章から構成されている。本論文の構成を図-1.4に示す。また、各章の内容について以下に概説する。

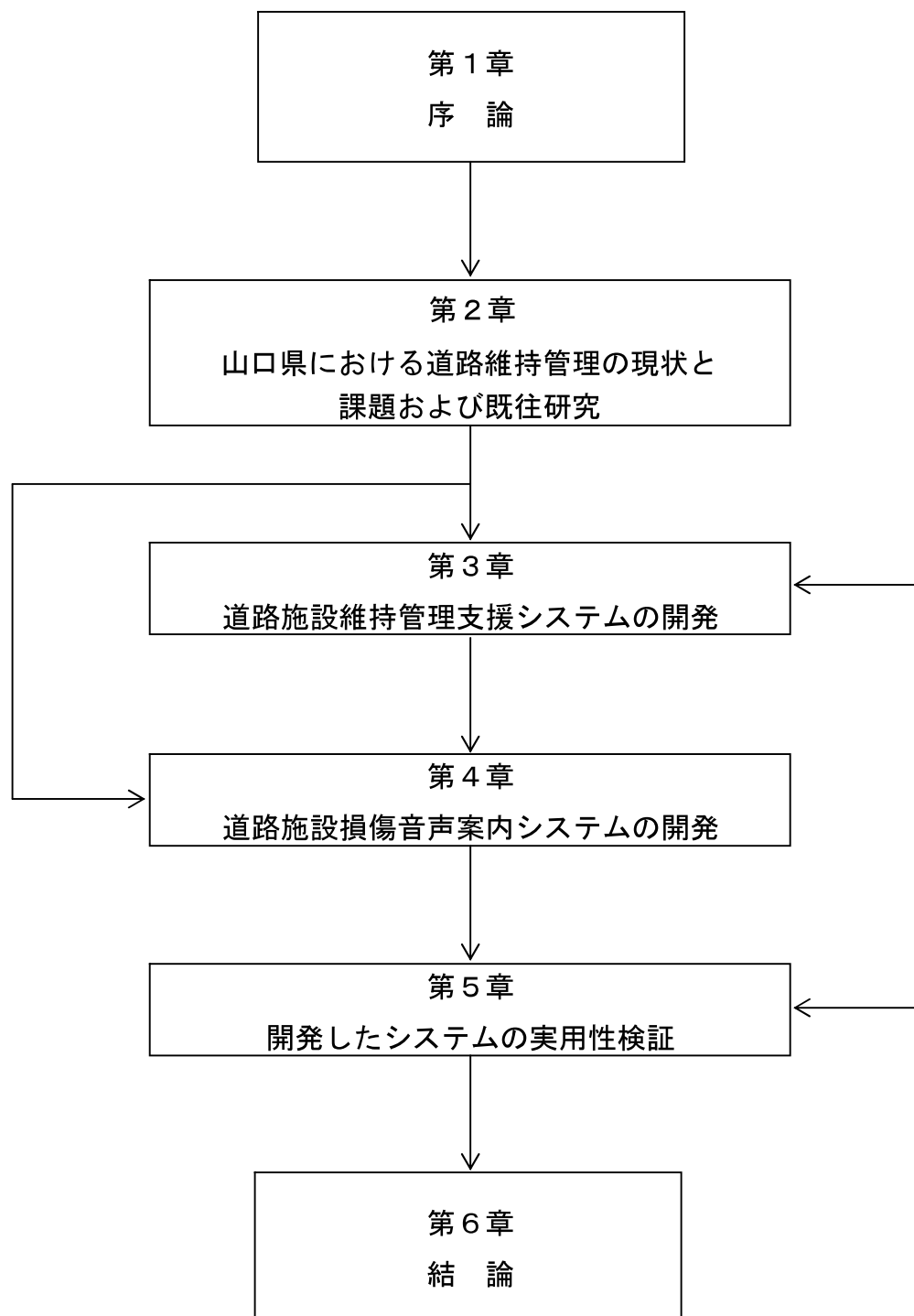


図-1.4 本論文の構成

【第1章 序論】

研究の背景と目的および研究に至った経緯を述べる。

【第2章 山口県における道路施設管理の現状と課題および既往研究】

山口県における道路施設の維持管理の現状と課題を整理するとともに、近年研究開発されている情報通信技術(ICT)を活用した道路施設の維持管理システムを紹介し、本研究との違いを明確にする。

【第3章 道路施設維持管理支援システムの開発】

道路施設維持管理支援システムの開発について、位置情報機能を有するGPS携帯電話とWeb-GISを組み合わせたシステムの構成、およびシステムの使用方法や閲覧できる内容、そして、試験運用の結果によるシステムの評価、および導入効果を記述する。

【第4章 道路施設損傷音声案内システムの開発】

道路施設損傷音声案内システムの開発について、第3章のシステムで得られた道路施設損傷情報や日常・定期点検で蓄積された有用なデータを収集・抽出し、高機能携帯電話の機能を活用して位置情報と音声を連携させたシステムの構成、およびシステムの使用方法、閲覧できる内容、そして、試験運用結果によるシステムの評価、および導入効果を記述する。

【第5章 開発したシステムの実用性検証】

開発したシステムの実用性の検証について、第3章、第4章に述べたシステムの具体的な活用事例を紹介する。

【第6章 結論】

研究の成果と開発したシステムの課題と今後の改善事項を記述する。

参考文献

- 1) 西村亘:災害から学ぶ～防災文化と危機管理～ 2011.3.28
- 2) 大堀勝正,森岡弘道,森地茂:道路維持体制の人員配分手法と適用事例,土木学会論文 F, Vol.64, No.4, pp.381-393,2008.11
- 3) 大堀勝正,森地茂:道路維持における行政需要に応じた人員配置の最適化手法,土木学会論文集 F, Vol.66, No.3, pp.412-431,2010.8
- 4) 山口県土木建築部道路整備課:山口県橋梁長寿命化修繕計画(案)～2014.3.
- 5) 石田純一,岡崎光央,河村圭,宮本文穂:山口県における計画的橋梁維持管理の導入手法と実用的データベースシステムの開発,土木学会論文 F, Vol.64, No.1,72-91, 2008.2
- 6) 吉武俊章,溝部和広,安村成史,宮本文穂:走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発,土木学会論文 F4(建設マネジメント), Vol.69, No.1,12-31,2013.
- 7) 山口県道路情報 道路みえるナビ:<http://road.pref.yamaguchi.jp/gmap/>
- 8) 山根 智,吉村 崇,宮本文穂:山口県道路施設維持管理のためのリアルタイム観測・予測システム構築と実証,土木学会論文集 F3, Vol. 67, No.2, pp.II_1～II-15,2011.
- 9) 山根 智,安村成史,吉武俊章,宮本文穂:高機能携帯電話を活用した道路施設損傷音声案内システムの開発と実証,土木学会論文集 F3(修正後再投稿中)

第2章

山口県における道路維持管理の現状と課題

および既往研究

本章では、本研究で取り組むべき課題を明らかにするため、山口県における道路施設の維持管理の現状と課題についてまとめた。次に、先進的に取り組まれている情報通信技術(ICT)を活用した道路施設維持管理に関するシステムの事例をまとめるとともに、本研究との違いを明確にし、山口県へ適用する際の課題を明らかにした。

2.1 山口県における道路維持管理の現状と課題

2.1.1 山口県の道路施設現況

2012年4月1日現在の山口県内の道路は、高速自動車国道が3路線で延長257km、一般国道が19路線で1,112.8km、県道は主要地方道、一般県道合わせて262路線で2,790.0km、市町道は12,408.9kmとなり、総延長16,568.7kmで県内の道路網¹⁾が形成されている(図-2.1)。そのうち、山口県が管理している道路は275路線²⁾で3,433.1kmであり(表-2.1)、県管理の道路施設状況³⁾を整理すると表-2.2である。また、各道路種別における整備率・改良率・舗装率⁴⁾は図-2.2となっており、整備率では全国第27位、中国地方では第2位である。

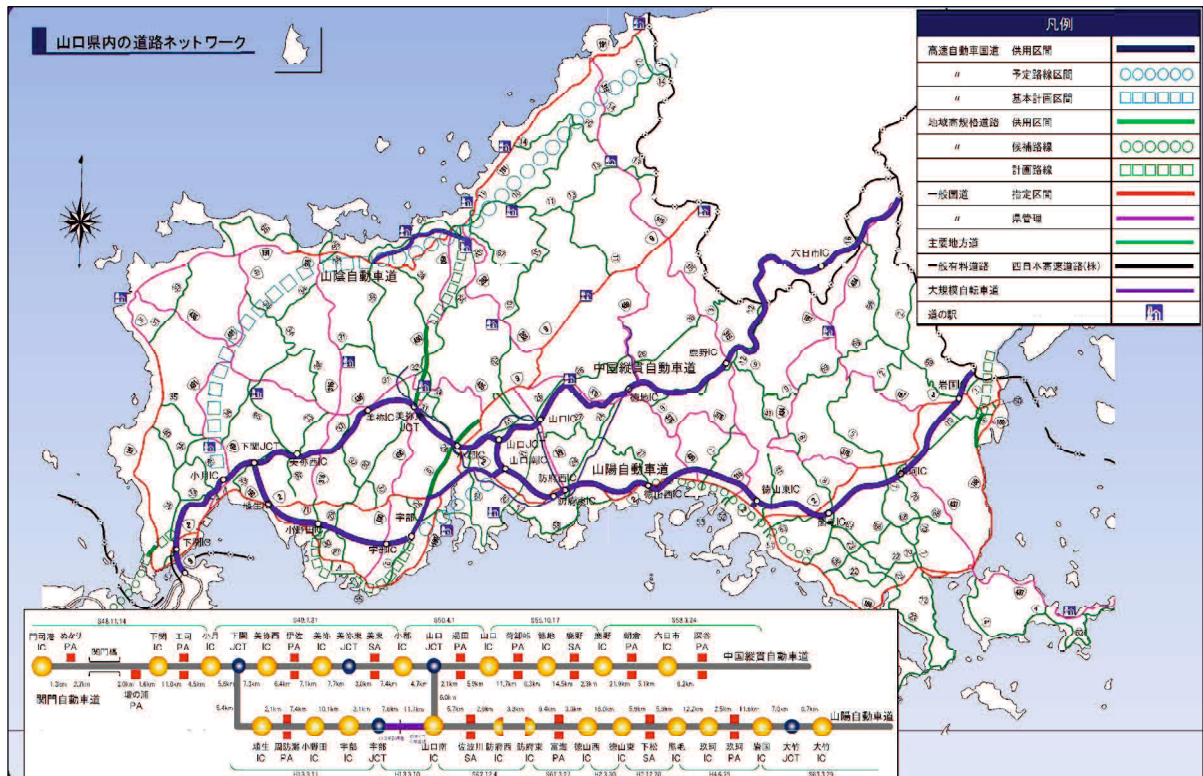


図-2.1 山口県内の道路ネットワーク 1)

表-2.1 山口県における道路管理延長 2)

道路種別		管理区分	路線数	管理延長 (km)
高速自動車国道計		西日本高速道路(株)	3	257.0
一般国道	指定区間	国土交通省	6	469.8
〃	指定区間外	山口県	13	643.0
計			19	1,121.8
県道	主要	山口県	61	1,223.7
〃	一般	〃	201	1,566.3
計			262	2,790.0
市町道計		市町	26,598	12,408.9
総合計			26,882	16,568.7
県管理計			275	3,433.1

表-2.2 山口県における道路施設管理一覧表³⁾

No	道路施設	管理数量	No	道路施設	管理数量
1	舗装面積	29.5km ²	8	道路照明	7,505基
2	橋梁	3,479橋	9	道路標識	18,549基
3	横断歩道橋	74橋	10	道路情報板	89基
4	トンネル	116箇所	11	気象観測装置	28基
5	ロックシェッド	14基	12	CCTV	9基
6	地下横断歩道	34箇所	13	落石防止柵	130km
7	防護柵	1,819km			

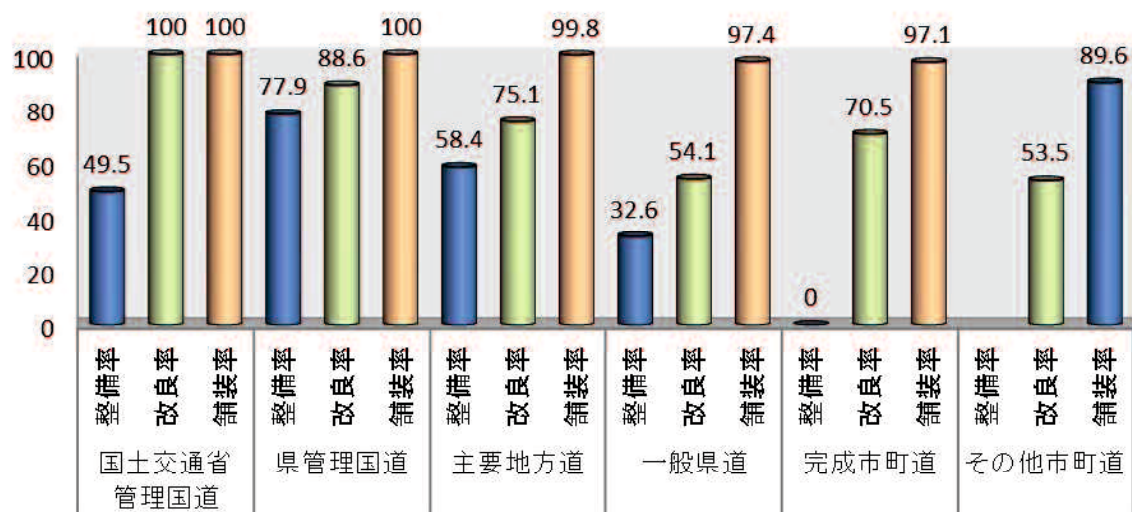


図-2.2 各道路種別における改良率等⁴⁾

2.1.2 山口県の道路施設に関する予算と職員数

山口県における土木建築部予算関係⁵⁾を図-2.3に示す。図-2.3左側グラフが土木建築部予算の内訳を示し、そのうち道路関係(道路橋りょう費)の割合が約34%となっていることがわかる。また図-2.3右側が道路橋りょう費の内訳を示し、そのうち維持補修費は約4%と低い状況となっていることがわかる。

次に、公共事業費予算⁶⁾の推移(図-2.4)と過去10年の土木技術出先職員数⁷⁾の状況(図-2.5)を示す。この状況をみると平成10年度以降から道路に関連する公共事業費が急激に削減され、現在は、平成10年度と比較すると約3割も減少していることがわかる。また、出先の土木技術職員も平成17年度と比較すると約3割減となっている。

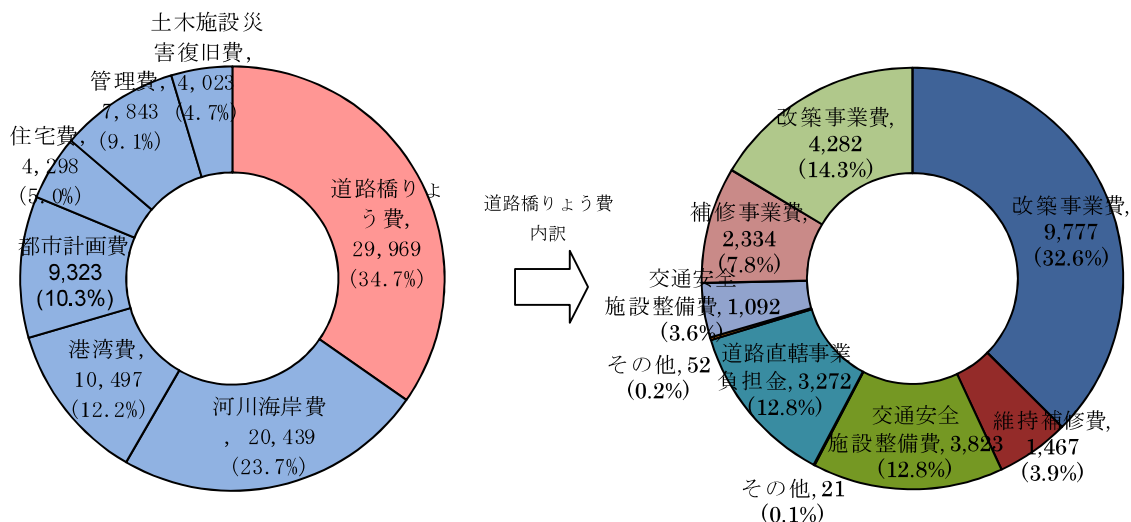


図-2.3 山口県における道路予算関係⁵⁾

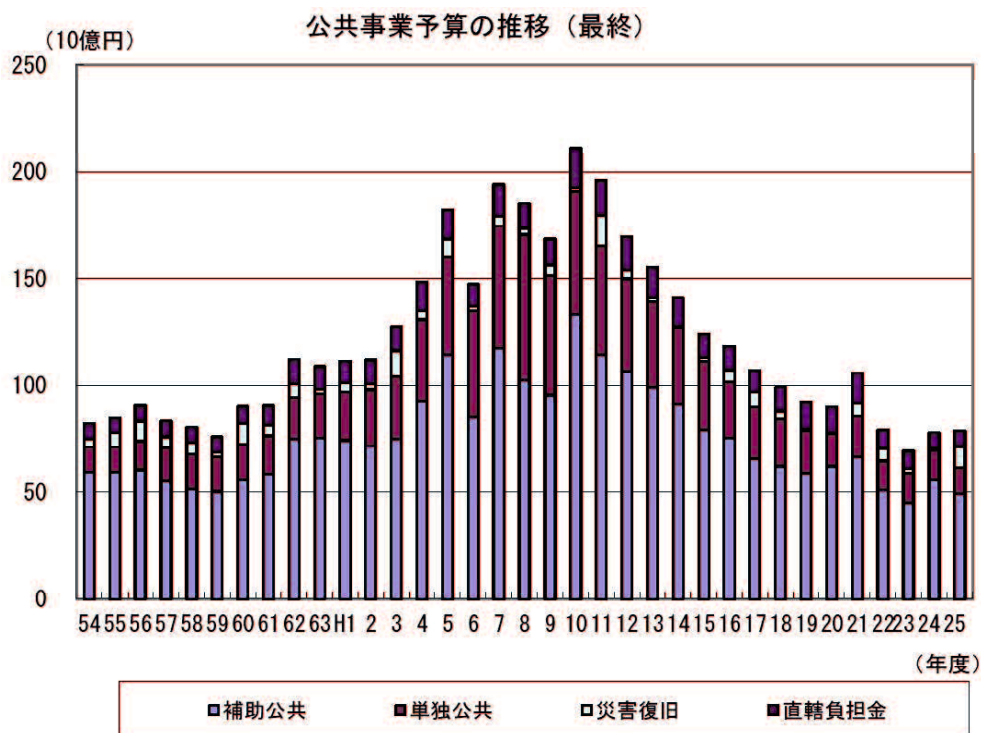


図-2.4 山口県における公共事業予算の推移⁶⁾

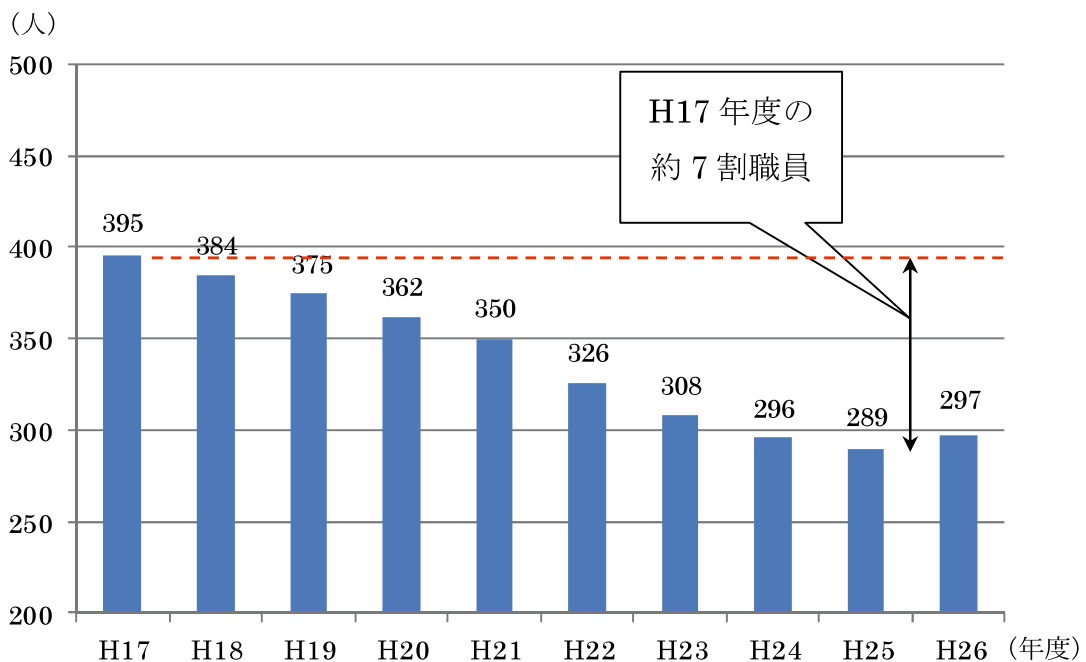


図-2.5 山口県における出先事務所の土木技術職員数⁷⁾

2.1.3 山口県の管理道路における維持管理体制

山口県の維持管理組織は、平成26年4月1日現在県全域を8土木建築事務所、2支所、4分室に区分し、計14組織⁸⁾に維持管理班を設置している(図-2.6)。

道路パトロールの体制は、従前、県職員による直営で道路パトロールを実施していたが、維持管理に対する予算や職員が削減される中で効率的に維持管理を行うために、平成19年度から外部委託に切り替った。現在の直營業務と外部委託業務の内容⁹⁾を表-2.3に示す。

次に、道路パトロールの頻度は以下のとおりである。

- ① 通常パトロールは、直営により原則として毎週1回以上で、確認パトロールのみ実施する。委託業者は週4回パトロールを実施し、原則としてこの4回のパトロールで委託された全路線をパトロールする。
- ② 夜間パトロールは、直営で原則として月1回以上実施する。
- ③ 定期パトロールは、直営で歩道点検は原則年2回(3月末, 8月末), 排水施設点検は原則年1回(梅雨前), 盛土点検は原則年1回を実施する。
- ④ 異常時パトロールは、必要に応じて実施する。

以上のように維持管理体制は適切に整備されているが、外部委託により、県民サービスの低下が招くことのないように県職員維持管理担当者が業務委託の指導・監督に努め、災害等の緊急時の対応、苦情に対する受託者との連携の強化が必要と考えられる。

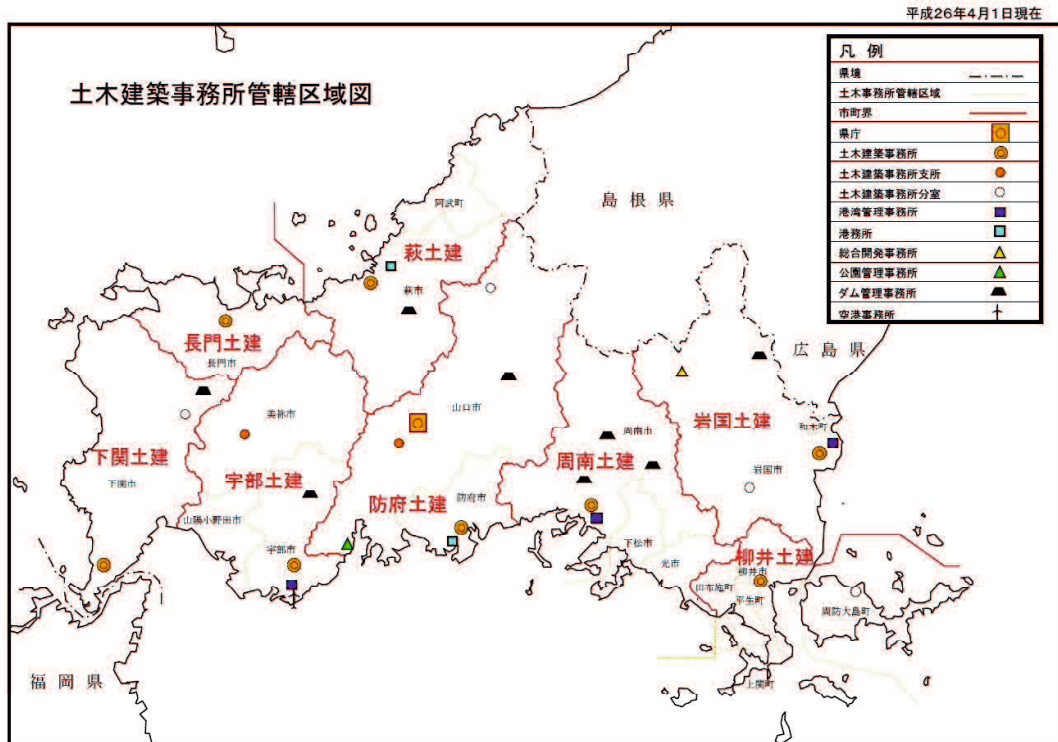


図-2.6 山口県における土木建築事務所管轄区域図⁸⁾

表-2.3 山口県における道路パトロール体制⁹⁾

	内 容	業務主体	
		直営	委託
		◎：主体的に実施 ○：確認的に実施 △：指示で実施	
通常パトロール	通常の状態における道路及び道路利用状況の把握	○ 原則確認 パトロールのみ	◎ 週4回
夜間パトロール	通常時の夜間における道路及び道路利用状況の把握	◎ 月1回	△ (現在、実施していない)
定期パトロール	橋梁・トンネル・擁壁等の道路構造物の破損・変形・老朽度・機能効果等の点検調査	◎ 各構造物ごとに定められて間隔で実施	△ (当面は対象としない)
異常時パトロール	台風・豪雨・豪雪・地震等により、交通障害もしくは災害の発生状況の把握	◎	△

2.1.4 山口県における道路に関する苦情等の現状

道路利用者からの道路に関する苦情件数¹⁰⁾の推移を図-2.7に示す。図-2.7をみると前述した公共事業費と職員数が削減される中、平成10年度は約3100件、平成22年度になると約4500件と約1.5倍に増加傾向にあることがわかる。

次に、県民の声をより一層道路行政に反映させる仕組みとして平成12年4月から「道の相談室」を設けている。これは、道路利用者の県民から寄せられる、通報、苦情、相談、質問、問い合わせ、意見等に対して、いわゆる「たらい回し」を根絶し、「ワンストップサービス」を行うことができる。また、国民から寄せられた貴重な道路相談情報は、正確、迅速な対応、処理に役立てると同時に、情報を体系的に分析し、組織横断的な共有化を図ることにより、道路行政施策に的確に反映させる目的としている。道の相談室に寄せられる情報¹¹⁾をまとめたものを図-2.8に示す。図-2.8の平成24年度の相談内訳をみると苦情は約46%を占めている。

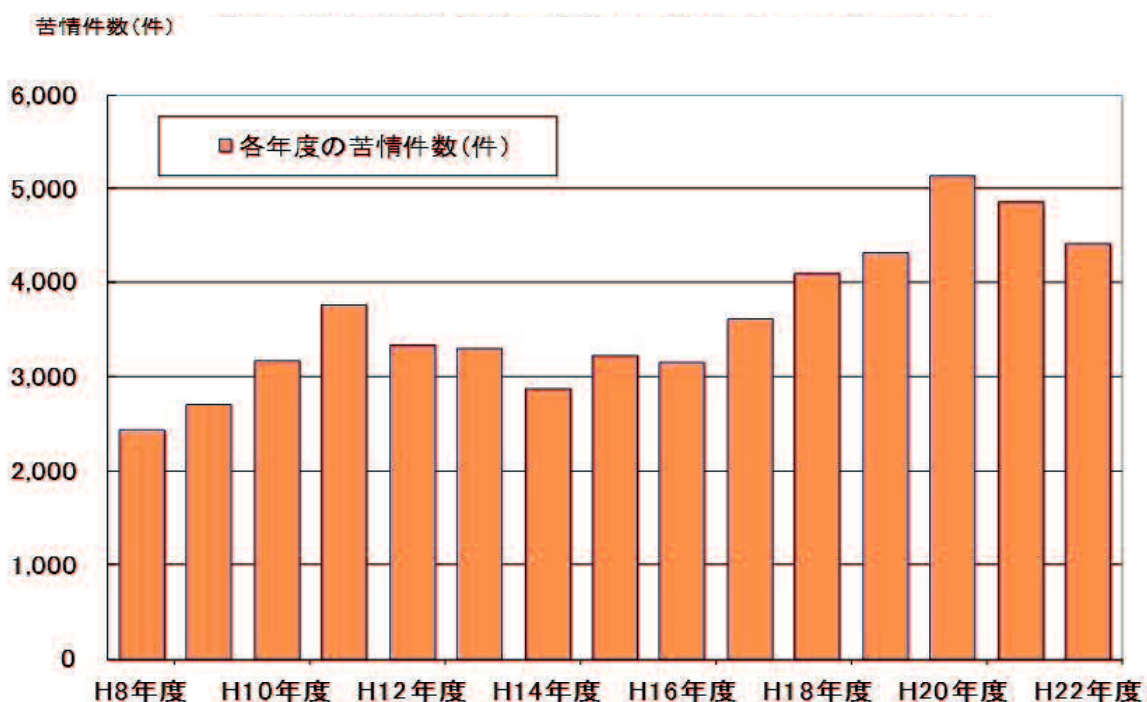


図-2.7 山口県における苦情件数¹⁰⁾

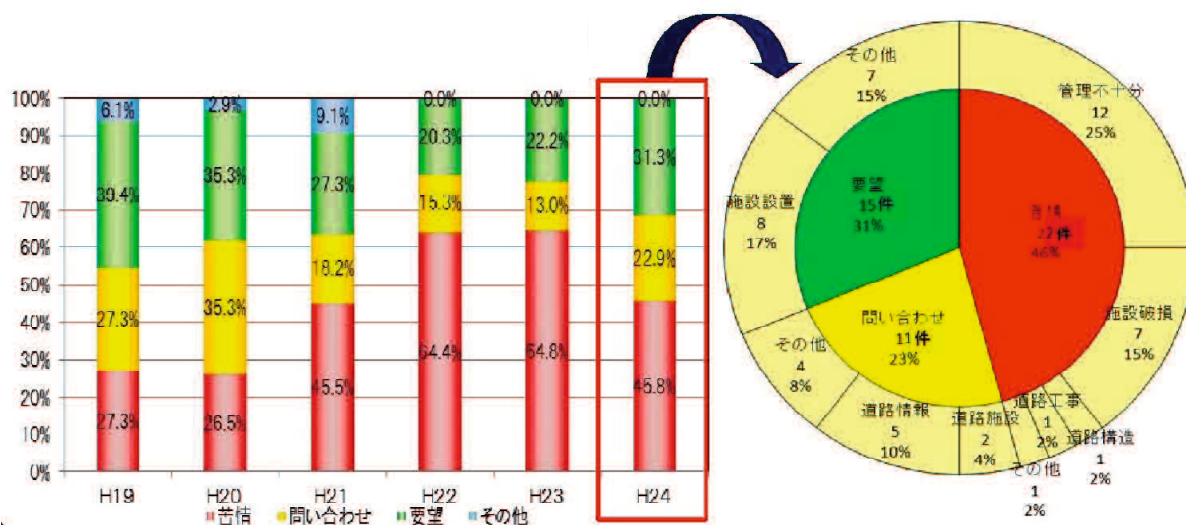


図-2.8 山口県における道の相談件数¹⁾

2.1.5 まとめ

ここまで述べてきた山口県における道路維持管理の課題をまとめると以下のとおりとなる。

- ①公共事業費の制約(H10年度と比べ、約3割減)
- ②職員数の削減(過去10年間で約3割減)
- ③苦情件数の増加とニーズの多種多様化(年間約4500件の苦情)
- ④道路パトロールの外部委託に伴う連携強化

これらの課題や制約に対して、道路管理者の業務負担の軽減や住民の安心・安全の生活のための道路サービスの水準を高く保つために効率的な維持管理手法が求められている。

2.2 情報通信技術を活用した近年の事例と本研究の特徴

2.2.1 各機関の情報通信技術を活用した道路維持管理の事例

(1) 国土交通省¹²⁾

国土交通省は、道路巡回中に得られるデータを有効活用し、維持管理業務の高度化・効率化するために「道路巡回支援システム」を開発し、平成26年度より運用している。

システムは、現場で使用するタブレット端末上のシステムと事務所・出張所の職員の日々使用するパソコン上のシステム、センターサーバ装置で構成されている。現地で登録された情報は、サーバで一括管理され、本局・事務所・出張所のパソコンで閲覧・共有することができるものである。

特徴は、道路巡回中に異常事象が発見された場合は、簡易なタッチ操作で異常事象の内容を選択し、タブレット端末のGPS機能やカメラ機能を利用して現場の位置情報や現場写真を登録する。これにより、巡回日報等も自動的に作成することができるため、帰所後の作業の省力化が図られる。

(2) 岐阜県¹³⁾

岐阜県が維持・管理している道路の総延長は全国第11位(約4200km)の規模であり、適切な道路維持・管理のため、従来、道路パトロール情報は紙ベースの道路台帳で管理し、パトロール結果情報の集積・共有また手作業による報告書の作成など維持管理業務の負荷が課題であったため、「岐阜県道路パトロール管理システム」を開発している。

(3) 岩手県¹⁴⁾

道路損傷・事故の位置や写真、補修状況などを電子掲示板に掲載する道路維持管理システム(位置コミ)が運用されている。位置コミは、岩手県立大学と㈱小田島組との共同研究プロジェクト「GLI-BBS」の共同成果を、2004年4月、㈱小田島組と㈱エー・エス・ディーがさらに発展させ、共同開発した位置情報画像掲示板システムである。

特徴は、デジタルカメラやカメラ付き携帯電話で撮影した画像をインターネット上

のサーバにアップし、パソコン上で各方面の担当者が情報を確認。離れた場所でも現場写真や位置情報を共有する事により、正確かつ迅速な状況判断が可能となる。

2006年には岩手県内全ての地方振興局の道路維持管理業務で使用されるようになっている。

(4) 京都府¹⁵⁾

京都府山城北土木事務所では、施設破損などの道路に関する案件の位置情報を、住所や住宅地図のページ番号等で記録・管理している。そのため、データ入力の際に地図を参照する手間が掛かり、さらに俯瞰的視点での地域毎の特性を把握することが困難になっている。この問題を解決するため、Web-GISを活用した道路維持管理業務支援システム「京都道守くん」を開発している。

特徴は、同志社大学との官学共同研究により開発されたものである。本システムはWeb-GISとしてGoogle Mapsを採用している。Web-GISを検索インターフェイスとして用いることにより、道路維持管理業務がより効率的になる。

(5) 富山県¹⁶⁾

道路パトロール日誌(異常報告約2千件/年)及び苦情報告(約1千件/年)の管理において、報告、処理結果が紙媒体のみのため、ファイルに綴じられると再び目を通すことがない、異常個所の過去の履歴、応急処置の有無や処置後の経過が不明などの問題があったため、これらを改善し、適切な維持管理を行うに「道路施設維持管理システム」を開発している。

特徴は、データ蓄積により、過去の異常箇所及び苦情箇所の内容等の常時把握が可能となる。また、検索・集計機能により、異常内容の傾向(路線別、施設別等)を把握し、適切な補修対応が可能となる。GIS(地理情報システム)を用いることにより、管内図、道路台帳、住宅地図等と整合が図れる。システム導入費用及び維持費用が安価で、システム維持管理および操作が容易で、継続的な運用が可能である。

(6) NEXCO¹⁷⁾

現場の状況写真や位置情報、点検結果の情報伝達や情報共有の効率化を図るため、「現地状況報告支援システム」を開発している。

特徴は、携帯電話から位置情報(GPS)を取得し、写真と位置情報を迅速に報告する

ことができる。報告箇所周辺の報告済みデータの検索ができる(周辺検索機能)。利用状況に応じて、報告スタイル(写真報告、土木点検報告)を選ぶことができる。緊急度合に応じて、必要な関係者に同時に情報を伝達することができる(メール送信設定機能)。

2.2.2 近年の研究事例

前述した各機関の事例も含め、ICTを活用した道路維持管理に関連する研究^{18)・20)}が行われており、共通してGPS携帯電話の位置情報機能とWeb-GISを組み合わせたシステムとなっている。これらは、道路施設の損傷、災害時などインターネットを介し、道路管理者がパソコンで現状を正確に把握でき、そのデータを基に迅速な対応が可能となる。簡単に言えば、GPS携帯電話の位置情報機能および写真機能とメール機能を最大限利用し、現場で発生した道路施設損傷や災害の状況、それに対する対応策などをパソコンとGPS携帯電話とのやりとりで瞬時に情報共有を図ることができるものである。

次に、効率化を図るために現場で直接スマートフォンにデータを入力することのできるアプリケーションを開発し、入力と同時に点検結果の電子化まで可能とするシステムなどの研究がされている²¹⁾。さらに、スマートフォンの加速度センサーを活用し、路面の凹凸など変状情報を確認し、簡易診断を可能にする²²⁾など、多種多様な研究が行われている。

2.2.3 本研究の特徴

各機関のシステムや既往の研究を踏まえ、山口県における道路維持管理業務の円滑な執行を図るために現場の実務に応じたシステム開発が必要である。具体的には、システム専用端末を必要としない、日常的に利用されている携帯端末での利用を可能とする、利便性向上のため良く利用される機能を主体としたシンプルな構造とする、情報の収集のしやすさ、誰でも簡単な操作の容易さである。

また、既往研究では、道路維持管理業務により一括管理されたデータ共有や修繕計画・更新計画の立案等の効果は確認できるものの、蓄積されたデータは、日常パトロールにおいて有効に活用されていないという課題がある。

以上のことから、山口県においても業務の軽減および効率化、さらに災害時における迅速な対応を図るため、道路施設維持管理業務の現状と課題を整理・分析し、既往

研究を踏まえ、より効果的な機能(表-2.4)を付加しシステムの構築を図る。

さらに、スマートフォン機能を活用し、蓄積された有用なデータを事務所のPCで確認できるだけでなく、日常点検においても、現地で容易に案件報を確認するため、カーナビのように道路施設損傷状況や橋梁点検結果に基づく劣化状況などを音声で案内し、より高度で効果的な維持管理の執行を図ることができる。スマートフォンを活用した道路施設維持管理に関する既研究と本研究を表-2.5に整理した。

表-2.4 主なシステム機能の概要と効果

システム機能	概要	効果
情報区分	提供された情報を「道路損傷」・「災害状況」・「積雪情報」・「苦情・要望」の項目に区分する。	多くの区分を設けることなく、情報が整理されるため容易に状況が把握できる。
位置修正	情報提供された位置が現場条件等によって、異なる位置を示す場合があるため、その位置修正を行うことができる。	位置を示したフラッグをつかみ移動させるだけで簡単に修正が可能となる。もちろん、座標を入力することも修正可能である。
複数枚登録機能と写真回転修正	情報提供された画像の複数枚の表示を可能とし、さらに画像を360°回転させることができる。	複数枚の画像を添付し送信しても、システムが対応しているので、現場での情報提供する作業の手間が省ける。また、携帯電話で撮影した場合、機種によって、縦や横撮影にばらつきがあるため、写真を回転して修正することができる。
検索機能	蓄積されたデータを案件ごとに検索することができ、案件の状況を素早く簡単に表示させることができる。	担当者以外が案件を取り扱う場合でも検索機能を用いれば、簡単に情報の処理状況が把握できるため、迅速かつ適切な対応が可能となる。
報告書の作成および印刷	情報提供されたものから自動時に報告書が作成され、かつ印刷も簡単に行える。	それぞれの情報をデータベース化しているので、報告書の作成が自動的に行われ、かつ印刷もできる。

表-2.5 スマートフォンを活用した道路施設維持管理の
支援に関する既研究と本研究との位置付け

項目	活用場面	概要	効果	
既研究	①情報収集および共有化	日常点検 (巡視パトロール)	道路損傷発見時に、現場でスマートフォンで損傷箇所を記録し、サーバに送信し情報を共有化する	<ul style="list-style-type: none"> 道路損傷情報をリアルタイムに把握 問題案件の処理状況の情報共有化
		定期点検 (橋梁・トンネル等)	スマートフォンで現場の点検結果を記録しサーバに送信し情報を共有化する	<ul style="list-style-type: none"> 点検調査項目の簡素化 点検作業の効率化 点検業務のコスト縮減
		災害発生時	スマートフォンで現場の被災状況を記録しサーバに送信し情報を共有化する	<ul style="list-style-type: none"> 被災状況の早期把握 迅速・的確な初動対応 被災による社会的影響の軽減
	②路面診断	簡易舗装診断や路面段差の検出	スマートフォンを車載し、内蔵加速度センサーにより道路の平坦性情報を収集し、地図情報と組み合わせ路面状況を簡易診断する	<ul style="list-style-type: none"> 補修個所の選定精度向上
本研究	③巡視レベルの向上	日常点検・定期点検	既研究(項目①, ②)で蓄積されたデータを巡視パトロール時にスマートフォンに送信し、現地の損傷情報を音声案内する	現場の点検時に音声情報を付加することによる、 <ul style="list-style-type: none"> 巡視員への注意喚起 巡視内容の精度向上

2.3 第2章のまとめと課題

第2章では、山口県における道路施設の維持管理の現状と課題を整理するとともに、近年の各機関のシステム運用や研究開発されている情報通信技術(ICT)を活用した道路施設の維持管理システムを紹介し、本研究との違いを明確にした。これにより、既往研究の利点も踏まえ、山口県の道路維持管理の実務に応じたシステムの開発を行うことができる。

参考文献

- 1) 山口県土木建築部道路建設課；山口県の道路，2.道路の現況，p4.2013.
- 2) 山口県土木建築部道路建設課；山口県の道路，2.道路の現況，p1.2013.
- 3) 財団法人山口県建設技術センター：山口県における道路施設維持管理の取り組みについて，平成 23 年度実務能力研修道路維持管理実務過程テキスト，p.3，2011.12.
- 4) 山口県土木建築部道路建設課；山口県の道路，11.道路に関するミニ知識，p3.2013.
- 5) 山口県土木建築部道路建設課；山口県の道路，11.道路に関するミニ知識，p1.2013.
- 6) 山口県土木建築部：昭和 54 年度～平成 25 年度山口県土木建築概要，1979～2013.6.
- 7) 山口県土木建築部：平成 17 年度～平成 26 年度山口県土木建築概要，2005～2014.6.
- 8) 山口県土木建築部：平成 26 年度山口県土木建築概要，p5.2014.
- 9) 財団法人山口県建設技術センター：山口県における道路施設維持管理の取り組みについて，平成 25 年度実務能力研修道路維持管理実務過程テキスト，p.4，2013.6.
- 10) 財団法人山口県建設技術センター：山口県における道路施設維持管理の取り組みについて，平成 23 年度実務能力研修道路維持管理実務過程テキスト，p.11，2011.12.
- 11) 山口県土木建築部道路建設課；山口県の道路，11.道路に関するミニ知識，p3.2013.
- 12) 国土交通省：<http://www.ktr.mlit.go.jp/utunomiya/jigyou/ijikanri/patrol/>
- 13) 岐阜県：岐阜県道路パトロール管理システム，
<http://www.gifu.crcr.or.jp/kensetsu-ict/kanri-system/cop/roadpatroll-kanri.html>.
- 14) 岩手県：位置情報画像掲示板システム，
<http://www.kentop.org/forum/trfbook/2007-2/102iwate.pdf>
- 15) 京都府：京都道守くん，
http://www1.doshisha.ac.jp/~skaneda/200703_IPSJ_3ZA_9.pdf
- 16) 富山県：道路施設維持管理システム，
http://www.hido.or.jp/14gyousei_backnumber/2012data/1206/1206chiiki-toyama_pref.pdf

- 17) NEXCO : 現地状況報告支援システム,
<http://www.e-nexco-engi.co.jp/bird-eye-view/jp/local-conditions.html>
- 18) 古畑貴志, 吉澤憲治, 小野孝司, 寺田守正, 吉田和正, 矢野高一, 中村喜輝, 佐野嘉紀, 井上明, 金田重郎, 「Web-GIS を用いた道路管理システム「京都道守くん」の開発」, 情報処理学会, 第 69 回全国大会, 3ZA-9, 3 月, 2007 年.
- 19) 吉澤憲治, 古畑貴志, 小野孝司, 寺田守正, 吉田和正, 矢野高一, 中村喜輝, 佐野嘉紀, 井上明, 金田重郎, 「Web-GIS を用いた道路管理業務支援システム” 京都道守くん” の開発」, 情報処理学会研究報告・2007-IS-99, pp.39-44, 3 月, 2007 年.
- 20) 荒木孝彦 : GPS 携帯による災害情報共有システムの構築 : 建設マネジメント技術 2009 年 9 月号
- 21) 宮崎庸平, 中村秀明, 河村圭 : スマートフォン (Android) を活用した災害情報共有システムの構築, 28th Fuzzy System Symposium (Nagoya, September 12-14, 2012).
- 22) 八木浩一 : スマートフォンの加速度センサを用いた路面段差検出方法, 第 9 回 ITS シンポジウム 2010

第3章

道路施設維持管理支援システムの開発

本章は道路施設の維持管理において、安全で安心な社会基盤の要(かなめ)となる道路関連施設の維持管理に情報通信技術(ICT)を積極的に取り入れ、リアルタイムで観測および予測を行うシステムの構築と実際への適用例を具体的に述べる。すなわち、道路関連施設の維持管理において、近年著しい普及をみせているGPS機能付きカメラ携帯電話端末機(以降GPS携帯電話)とWeb-GISに着目し、必要な情報にGPS携帯電話から取得した位置情報を付加し、道路管理事務所へ送信することにより、Web-GIS上で位置と情報(画像含む)がリアルタイムに把握できる道路施設維持管理支援システムの開発するものである^{1), 2), 3), 4)}。

3.1 現場における現状と課題

3.1.1 情報伝達・情報共有の現状と課題

山口県内の現在の土木建築事務所における道路施設維持管理業務をいくつかのプロセスに分類して、業務フローを明確(ステップ)化し、それぞれのステップにおける課題を抽出したものが図-3.1である。主要課題として挙げられるのは、①報告を受けた職員が位置を把握するのに時間を要する、②管内図、道路台帳などのコピーや画像印刷、報告書作成および委託業者への依頼など様々な作業が一元化されておらず非効率である、③災害などの各種案件に対して情報の共有化が図られていない、④紙での

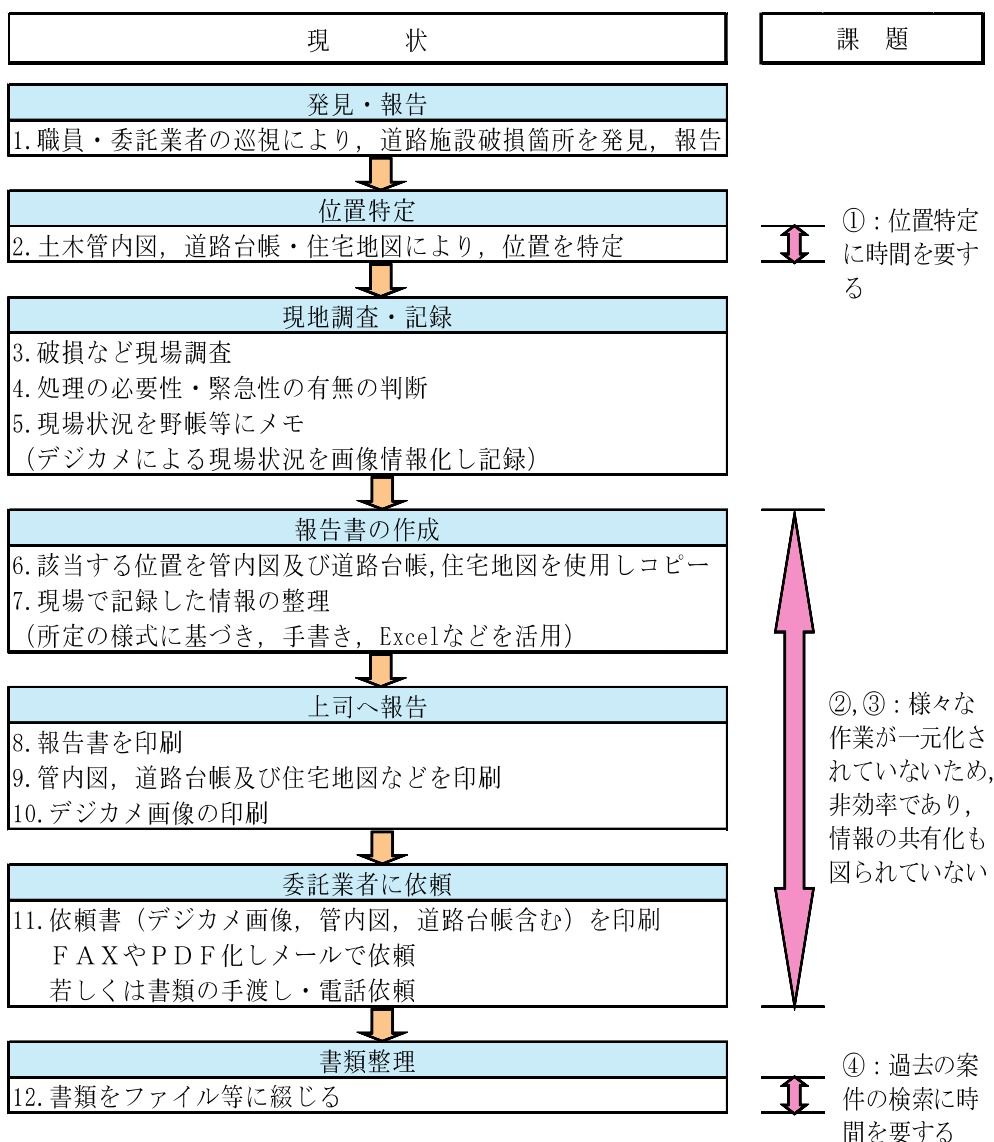


図-3.1 道路施設維持管理業務フロー

整理であるため、過去の案件を検索するのに時間を要し、収納スペースの確保も必要となる、などである(図-3.1 右側参照)。

3.1.2 事務所統廃合による災害時対応の懸念

過去、山口県は14 土木建築事務所で道路維持管理や災害時対応を行っていたが、行政組織改革により、広域生活圈ごとに1 事務所を基本とする8つの土木建築事務所に再編された(図-3.2 参照)。通常の道路維持管理業務は、支所および分室として存続させ、県民サービスが低下することなく維持管理が行われ、また、災害発生の場合に

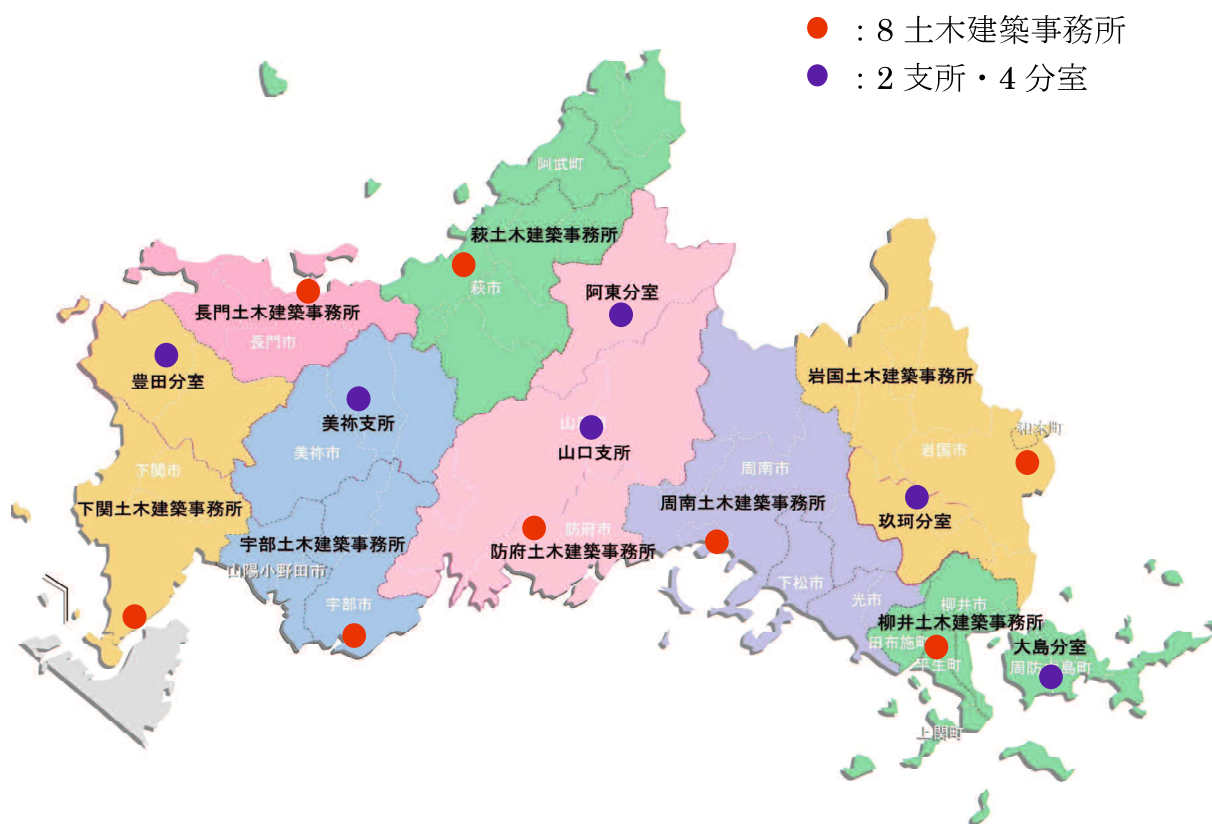


図-3.2 県土木建築事務所配置図

においても土木建築事務所との連携を図りながら対応を行っている。しかしながら、同時多発的な災害が発生した場合、災害情報が土木建築事務所、支所または分室で錯綜することが懸念される。また、道路災害などにより通行止めとなった場合、事務所に戻りたくても戻れない状況も想定され、詳細な状況報告が遅れる可能性も考えられる。

3.2 道路施設維持管理支援システムの開発

3.2.1 システムの流れと構成

Web-GIS は、GIS の機能をインターネット上で実現し、誰もが、いつでも、どこからでも地域情報を入力できる、あるいは閲覧できるようにしたものである。これと位置情報を提供する GPS 携帯電話との連携を図ることにより、ユーザ(道路管理者)

へ位置と画像をリアルタイムに提供することができる。本システムでは基盤地図として、米 Google 社が提供している Google マップ⁵⁾を Web-GIS として利用しシステム構築を行った。システムの流れは、図-3.3 に示すように道路施設損傷を発見した際、GPS 携帯電話で撮影し、これを所定のサーバへ送信することにより、道路管理者が Web-GIS 上で位置情報と損傷状況がリアルタイムに把握でき、迅速な対応と情報の共有化が図られ、効率的・効果的な維持管理を行うことができる。そして、システム構成は、情報共有の効率化やシステム利用の常用性を図るため、道路損傷・災害状況・積雪状況・苦情要望の 4 つの項目に分類・整理できることとした。平時は道路施設、積雪状況、苦情など、異常時は災害と位置付け、平時は利用者の「訓練」、異常時は「発揮」という観点でいつでも、どのような場合でも最大限活用できることを目的として構成した(図-3.4)。

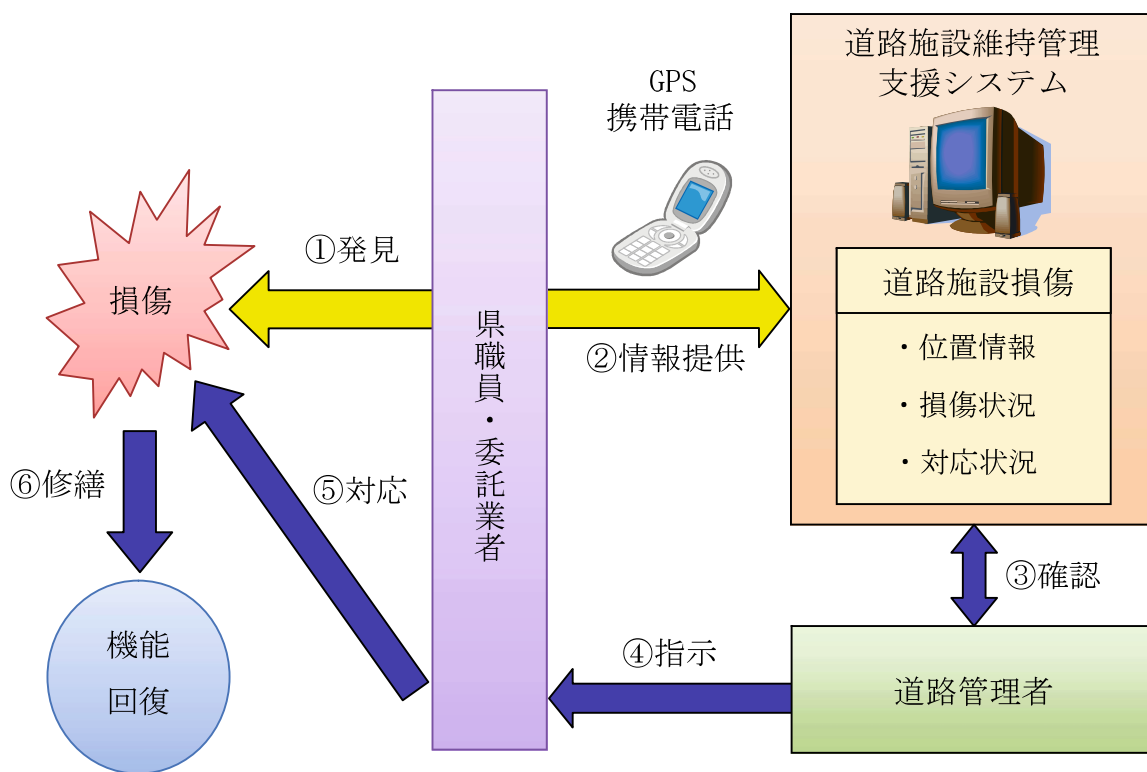


図-3.3 システムの流れ

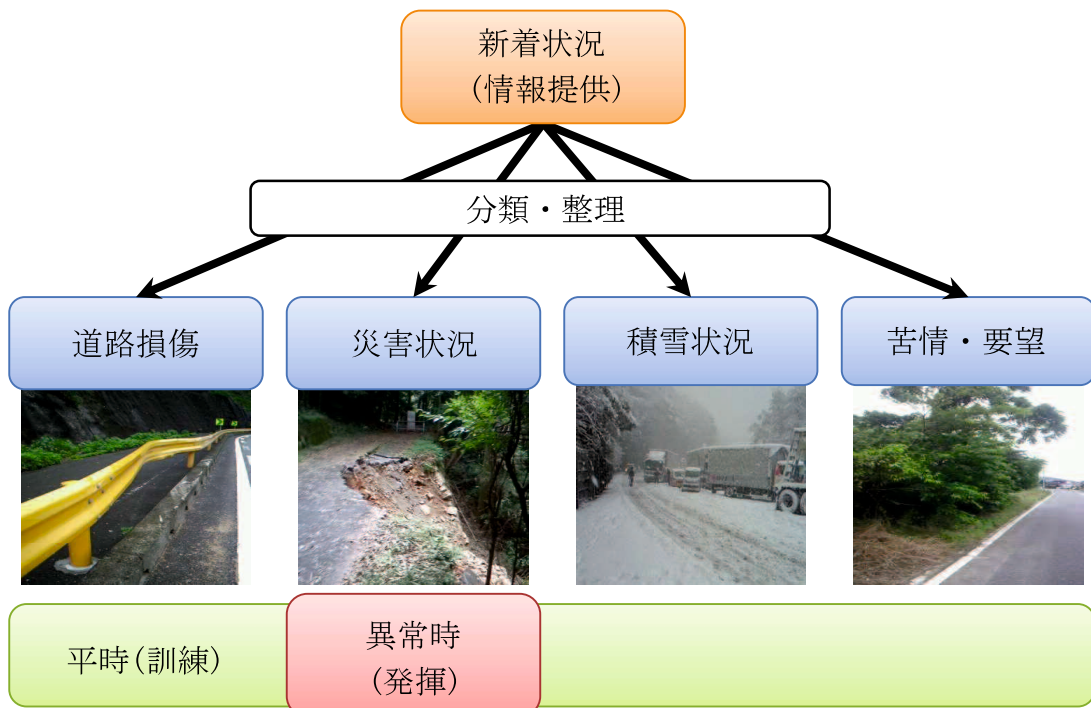


図-3.4 システムの構成

3.2.2 システムの概要

(1) システムの概要

本システムのトップページ画面を示したものが図-3.5である。この画面より、リアルタイムに情報提供されるさまざまな情報に関して、その状況の把握、検索が簡単に行えることを実現するため、先に述べたように大きく4つに分類して情報を整理することとした(以下の数字は画面内の数字と対応している)。

- ①道路損傷：通常パトロールなどによる道路舗装面などの損傷状況。
- ②災害状況：大雨， 台風等により発生した道路災害の状況。
- ③積雪状況：冬期における積雪， 路面状況の情報。

※各土木管内において、事故発生が多い箇所，除雪の目安となる箇所などの定点観測地点を選定し、パトロールを行う業者にその地点での情報を提供してもらう。

- ④苦情・要望：地元などより受けた苦情， 要望の情報。

その他， 以下の機能をトップページ画面内に配置した。

- ⑤新規登録：事務所で情報を新規登録することができる。

(現場でデジタルカメラ等を用いて撮影した情報を事務所に戻ってから登録することが可能)



図-3.5 本システムのトップページ画面

- ⑥新着状況：GPS携帯電話で提供された情報がリアルタイムに表示される。
- ⑦設定：登録許可アドレスの設定を行う。

(2) 位置情報の付加

道路施設損傷、災害などの現場からの情報提供については、道路損傷箇所をGPS携帯電話で撮影を行い、位置情報を画像に付加し、これを所定のサーバへ送信する(図-3.6参照)。このように、サーバへ新たな情報提供があると、Web-GIS上にマーカーが自動的に表示され、同時に道路損傷などの状況も情報ウィンドウ(図-3.5参照)により表示されるように工夫を施した。

(3) 詳細画面

情報ウィンドウ内にある「詳細」ボタン(図-3.5参照)を押すと詳細画面が表示される(図-3.7参照)。通常のメール作成時と同様に、件名や本文(コメント)に情報を入力し送信すれば自動的に内容が盛り込まれ表示される。また情報の修正や削除も行える。

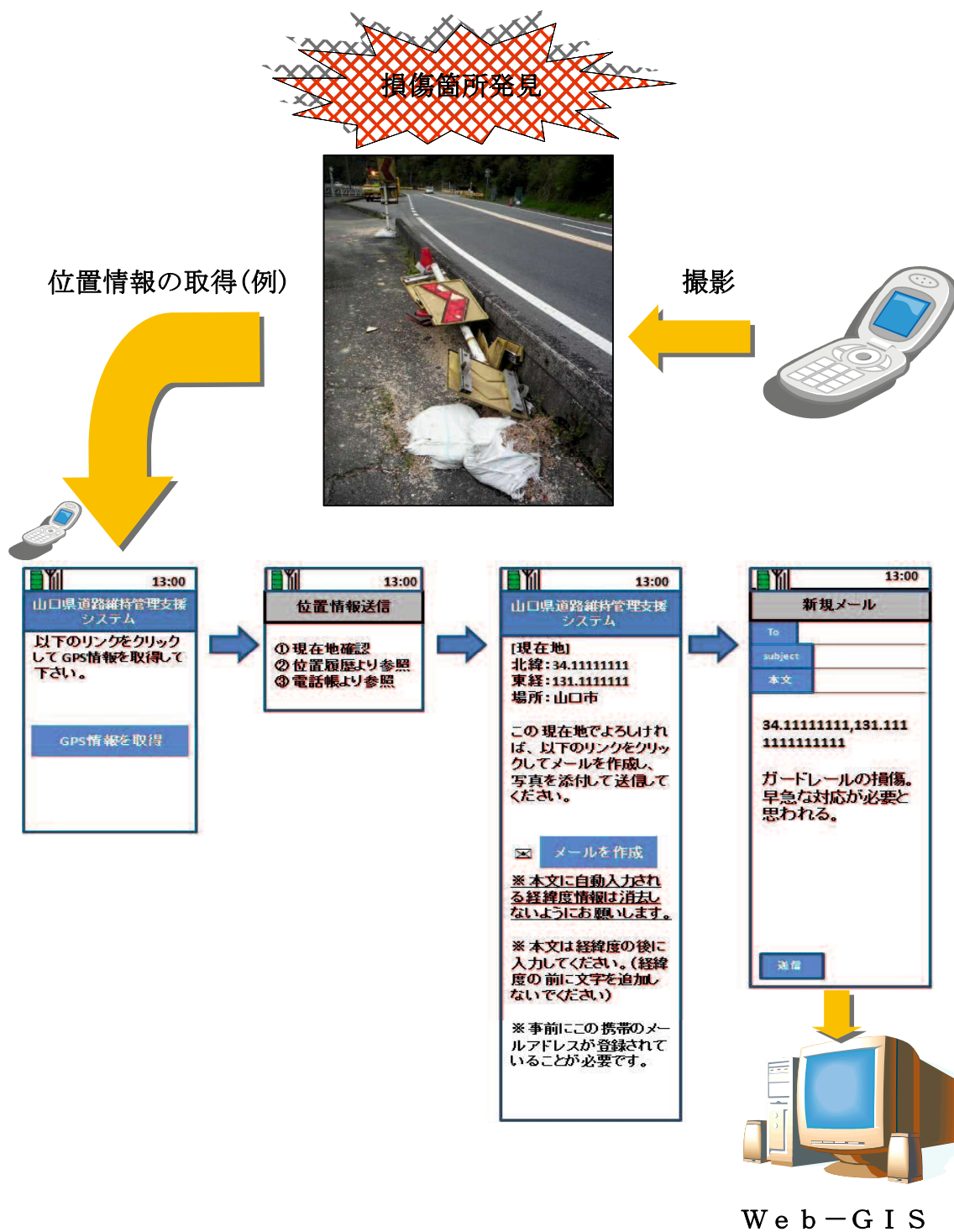


図-3.6 位置情報の付加



図-3.7 詳細画面

3.2.3 システム内の各種機能概要

(1) 修正および確認画面

本システムでは、情報提供された内容に対し、修正、追加することができる。すなわち、図-3.7に示す詳細画面内にある「修正する」ボタンをクリックすると修正画面が表示される(図-3.8参照)。ここで、修正および確認項目の内容をまとめると以下のようになる。

- ① 詳細情報の入力と確認が行える。
- ② 位置修正が必要となる場合は、「拡大図」に表示されているマーカーをマウスを使用してつかみ移動させることで位置修正が行える。



図-3.8 修正画面

- ③ 写真を追加する場合は、「追加」ボタンを押し、アップロードにより画像が追加添付できる。
- ④ 携帯電話を横向きや縦向きで撮影された画像に対し、画像を回転させ向きを修正することができる。
- ⑤ 道路台帳等のPDFデータを追加したい場合は、項目にある資料の「追加」ボタンを押し、アップロードにより追加添付することができる。

(2) 一覧表および検索表示画面

本システムでは、前述図-3.7の詳細画面の内容を一覧表に切り替えることによって、今までに蓄積された情報や経過内容などを適時確認することができる機能を追加している。この機能には図-3.9に示すように、以下の項目が用意されている：

- ① データ検索画面：登録データの検索が可能で、情報提供された案件の状態が素早く確認できる。
- ② 一覧表画面：図-3.9上側に示す地図表示と図-3.9下側に示す一覧表表示の切替えが随時行える。

地図表示と一覧表示の切替

データ検索画面

切替

連番	ID	写真	発見日時	件名	路線名 / 場所	種別	点検	状況	措置	対応状況	対応内容	規制状況	終了区分	終了
21	570		2010/05/26 10:43:00	標識の老朽化(破損)	山口市小郡上郷496			現地確認予定。					経過中	<input type="checkbox"/>
22	569		2010/05/26 10:27:00	倒木	〈28〉小郡三階線 山口市小郡上郷570	道路	法面	年間維持に指示予定。		委託業者指示済み	完了済		終了	<input type="checkbox"/>
23	568		2010/05/26 10:21:00	ガードレール基礎の破損	山口市小郡上郷633			現地確認予定。					経過中	<input type="checkbox"/>
24	567		2010/05/26 10:02:00	標識の老朽化(破損)	山口市小郡上郷(新町西)2864			現地確認予定。					経過中	<input type="checkbox"/>
25	566		2010/05/24 10:08:00	道路側溝異常(排水不良)	〈25〉宇都防府線 山口市秋徳東(中道)704			現地確認予定。					経過中	<input type="checkbox"/>
26	565		2010/05/24 09:17:00	落書き	61 山口市滝4929	道路	3 3-2	現地確認予定。落書き		3			経過中	<input type="checkbox"/>
27	564		2010/05/24 09:06:00	ひび割れ、ポットホール	山口市小郡上郷(岩屋)3639			現地確認予定。					経過中	<input type="checkbox"/>
28	563		2010/05/20 10:01:00	防護柵の破損	〈25〉宇都防府線 山口市秋徳東693	道路	安全施設 ガードレール	5/20 当事者あり、現場確認済。		復旧済み			終了	<input type="checkbox"/>
29	562		2010/05/19 11:20:00	ガードパイプ破損	山口市秋徳東(中条)1498			5/20 吉次氏に報告済。当事者確認中。					経過中	<input type="checkbox"/>
30	561		2010/05/17 14:00:00	グレーニングがたつき	山口市秋徳二島3900			5/18 年間維持に調査依頼と補修指示予定。					経過中	<input type="checkbox"/>
31	560		2010/05/17 09:49:00	グレーニング汚上り	〈194〉山口秋徳線 山口市秋徳司(南)6196	道路	排水施設 側溝、ヒューム管	5/18 パト組にて修正指示済。		委託業者指示済み	年間維持にて側溝自体を交換		終了	<input type="checkbox"/>
32	558		2010/05/14 13:18:00	道路標識支柱の腐食破損	山口市小郡上郷643			5/14 交換必要と思われる。5/25 山交安全					経過中	<input type="checkbox"/>

図-3.9 一覧表表示画面の例



図-3.10 設定画面

(3) 設定画面

本システムの利用にあたっては、事前に図-3.10に示す設定画面により携帯電話のメールアドレスを登録しておく必要がある。すなわち、図-3.10上側画面内の登録許可メールアドレス設定画面の「追加」ボタンをクリックし、図-3.10下側画面の必要事項を入力することにより設定が終了となり、追加利用者として本システムへの入力、検索などが可能となる。

3.3 GPS 携帯電話による情報提供の課題

3.3.1 GPS 携帯電話情報による位置精度

GPS信号は、上空約2万kmを伝搬して到達するため、衛星の時計、軌道誤差、電波の伝搬に関連する誤差などで誤差を生じる。都市部などの市街地ではビル等により、衛星からの電波が直接受信機に届かず、建物面に反射した電波を受信してしまうことがあり、これによって実際とは異なる位置を表示してしまうことがある。また、山間部など上空の見通しの悪い場合では、同時に捕捉できる衛星の数が極端に減少し、衛

星の配置が偏るなどの影響によって、位置情報の精度が大幅に低下する。その結果、**図-3.11**および**図-3.12**に測定誤差の例およびその分布例をそれぞれ示すように、実際に撮影した場所とWeb-GIS上に示す位置が異なる場合が生じる。すなわち、**図-3.11**は、実際の撮影場所とGPS携帯電話情報(観測2回分)に基づく当該位置の誤差を具体的に示したものである。また、**図-3.12**は、このような位置測定の誤差分布をX-Y座標上にプロットしたものである。これより、GPS携帯電話情報に基づく位置測定にはかなりの誤差が含まれる場合があることを認識しておく必要がある。

そこで、GPS携帯電話で取得した位置情報がどの程度測位誤差を生じてしまうのか山間部(写真-3.1参照)および建物などの障害が無い市街地(写真-3.2参照)でそれぞれ測位し、そのばらつきを確認した。この際の検証に使用する携帯電話は、数ある端末機の中から「ドコモ」・「au」・「ソフトバンク(SB)」の3キャリアで実施し、位置情報を1キャリア当たり30個のデータを取得して精度に関する情報の収集を行った。また、緯度・経度情報では、直感的な距離の違いが解らないため、これを平面直角座標へ変換することにより、距離感を数値として把握できるようにした。今回は「XYBL TOOL」⁶⁾というフリーソフトを使用してデータ変換を行った。

なお、撮影地点の座標は、あらかじめGoogleマップより座標を取得し、それを原点として定め、携帯電話で取得した座標と原点座標との差距離を、一例として**図-3.12**に示すような誤差の分布図として表した。例えば、原点座標をGoogleマップで取得した座標は、以下ようになる：



図-3.11 測位誤差の例

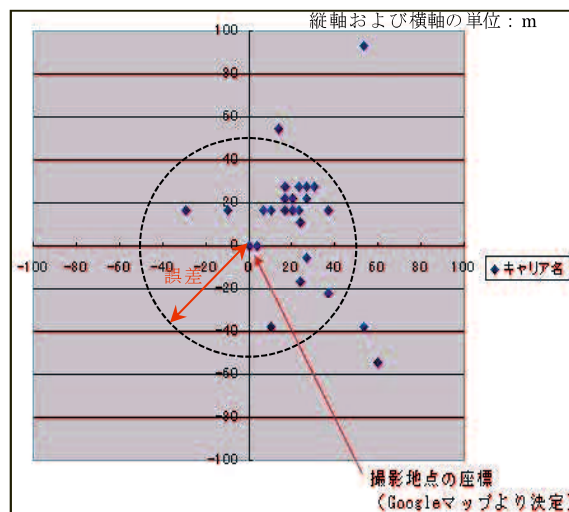


図-3.12 誤差の分布例

【原点座標】

緯度 34° 9′ 26. 1″

変換→ X = -191817 m

経度 131° 26′ 20. 4″

変換→ Y = -39126 m

【携帯電話で取得した座標】

緯度 34° 9′ 25. 6″

変換→ X = -191856 m

経度 131° 26′ 20. 0″

変換→ Y = -39154 m

ここで、原点座標(X, Y) - 取得座標(X, Y)

$$= \text{誤差座標}(X, Y) \text{ m}$$

以上、位置情報の精度を確認した結果、キャリアによって異なるが山間部で約60m(図-3.13参照:SBは測定不能)、市街地で約30m(図-3.14参照)の誤差を生じていることが確認できた. したがって、Web-GIS上の位置情報にはある程度の誤差が生じ、また現場状況によっては大幅に精度が悪い場合もあることから、情報を受け取る側は、位置情報に注意し対応することが必要である.



写真-3.1 山間部(観測地点)

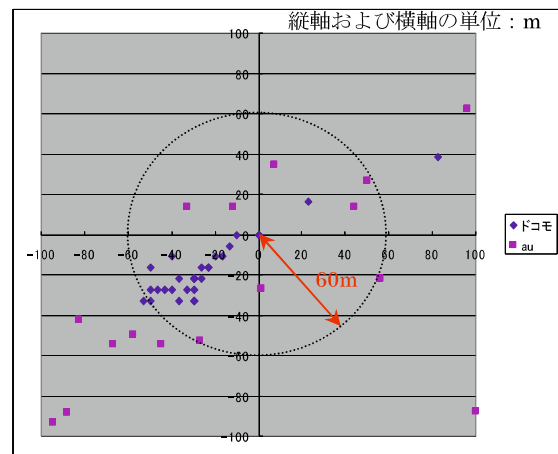


図-3.13 山間部(誤差)



写真-3.2 市街地(観測地点)

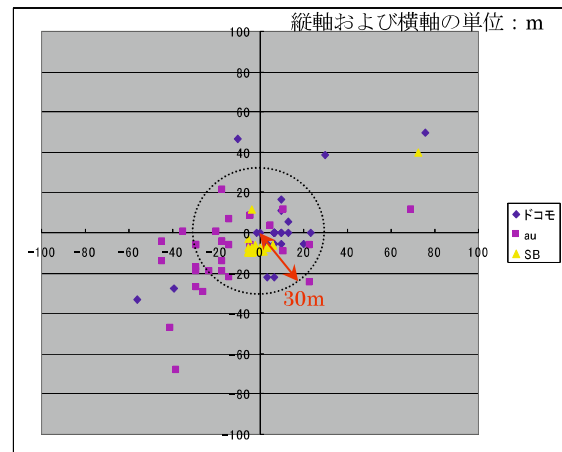


図-3.14 市街地(誤差)

3.3.2 有効画素数の検討

現在、ほとんど全ての携帯電話にはカメラが標準装備となっており、その性能は、年々アップしている。発売当初は11万画素数であったが、今では1000万画素数を超える携帯電話も発売されてきている。しかし、画素数が大きければ、視覚的に見栄えは良く、印刷を行った際でも画像の粗さは目立たないが、一方、データ量が大きくなり、これに伴う送信時間と通信費を要してしまい、処理するサーバへの負担も大きくなる。そこで、道路維持管理上必要と思われる画素数について、データ容量と送信時間および通信費の相関を検証し、また画質についても最適な有効画素数を視覚的に検証し、必要最小限の情報提供ができることを確認した。

(1) 画素数、送信時間および通信費との関係

各画素数のデータ容量、送信時間および通信に伴う料金を算出した。携帯電話料金には基本料金、通話料金およびパケット通信料金とあるが、今回はパケット通信料金のみで比較を行っている。パケット通信料金は、webサイトやメール、情報サービスなどを利用した時にデータ通信にかかる料金で1KB=8パケットとなっている。1パケット当たりの料金は、携帯電話会社や料金プランによって異なるがドコモの「FOMA」で0.21円となっており、今回はこれに基づき料金を算出した。送信時間は、送信ボタンを押した時間から送信完了画面が出てくるまでの時間を、図-3.15に示すように計測した。その結果をまとめて表-3.1に示す。ここで、鮮明な画像はデータ容量が大きいため、時間と費用が掛かることが分かり、これが同時多発的に情報提供された場合、処理するサーバの負担を大きくすることが懸念される。

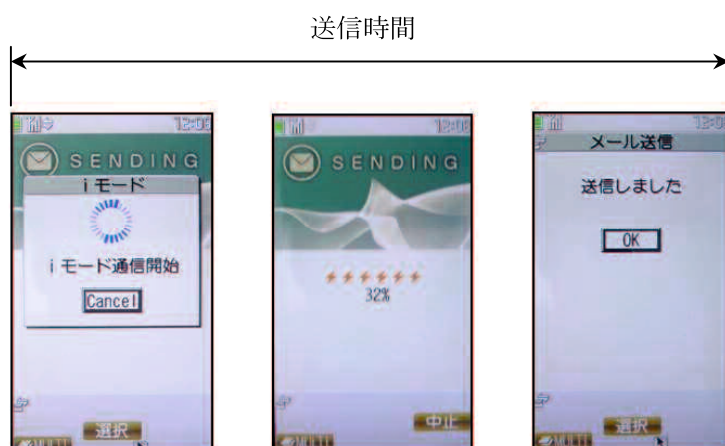


図-3.15 携帯電話の送信時間

表-3.1 データ容量と送信時間の比較一覧表

画素数	データ容量 (KB)	送信時間 (秒)	費用 (円)
1,536 × 2,048 = 3,145,728	552.4	31.4	928.0
1,080 × 1,920 = 2,073,600	351.4	23.6	590.0
1,212 × 1,616 = 1,958,592	347.4	17.3	584.0
1,280 × 960 = 1,228,800	170.2	15.4	286.0
480 × 854 = 409,920	70.8	7.3	119.0
640 × 480 = 307,200	52.2	7.0	88.0

- ※ 1枚の画像を送信した場合を示す
- ※ データ容量, 送信時間は5回の平均値としている
- ※ 1,280×960は, auを用いた情報である

(2) 有効画素数

カメラ付き携帯電話で撮影した画像がどの程度の表示サイズまで視覚的に道路維持管理上, 必要な有効画素数であるのか検証した. 比較方法は, 道路標識(写真-3.3参照)に記入されている「山口市阿東生雲中」部分のみを切り出し, 約120万画素数(1280×960)を原寸画像に設定し, 画素数毎にその文字の大きさまで拡大した場合で, 画像の粗さを視覚的に比較した(写真-3.4①~⑥参照).

ここで「山口市阿東生雲中」の文字を写真-3.4のように「③1280×960(約120万画素数)」を原寸画像とし, 写真-3.4①, ②は拡大, 写真-3.4④, ⑤, ⑥は縮小としたものでそれぞれ比較した. この結果, 約120万画素数以上では鮮明度に差異がないため, それ以上の画素数での撮影は必要ない. またそれ以下であっても, 位置とある程度の損傷状況が確認できれば, 初動対応を迅速に行う上で特に問題はない.



表示:

「山口市阿東生雲中」

写真-3.3 道路標識全体写真

① (約 30 万画素数)



② (約 40 万画素数)



③ (約 120 万画素数)



④ (約 190 万画素数)



⑤ (約 200 万画素数)



⑥ (約 310 万画素数)



写真-3.4 原寸画像に対する文字画像の粗さ比較

3.3.3 圏外における情報提供の対応

GPS話の位置情報取得については、GPSの初期化、および基線解析の計算を基地局で行うため、電波が届かないところ、いわゆる圏外では位置情報の取得は不可能である。そこで、現在のカメラ付き携帯電話の機能にあるバーコードリーダー(バーコード読み取り装置)を活用し、QR(クイックレスポンス)コードを用いて位置情報を取得する方法を検討した。あらかじめ、GPS受信機で取得した位置情報もしくは地図上により求めた位置情報をQRコード化し、それを道路附属物(例えば、標識、カーブミラーなど)に貼り付けておく。写真撮影後、バーコードリーダーによって、QRコードを読み取り、位置情報を得て所定のサーバへ送信する。当然、圏外であるので、その場では送信できず圏内域へ移動することとなる。以下に、QRコードの概要とその活用方法について示す。

(1) バーコードとQRコード

バーコードが普及し、その便利さが広く認識されるに伴い、「より多くの情報を収納できるコード」「より多くの文字種を表現できるコード」「より小さなスペースでの印字」「情報を暗号化したい」等々のニーズが高まってきた。そのため、情報量を多くするためにバーコードの桁数を増やしたり、複数のバーコードを並べたりいろいろな工夫も施されてきたが、一方で表示面積を大きくしたり、読み取り操作を煩雑にしたり、印刷コストを上昇させたりなど問題も見られるようになってきた。こうした中でニーズや問題に 대응するため、2次元コードが出現した。その一種であるQRコードは、「リーダにとって読み取り易いコード」を主眼に1994年にデンソーウェーブ(開発当時は株デンソーの一部門であった)によって開発された(図-3.16参照)。

QRコードは、当初の一方向だけに情報を持つバーコードとは異なり、縦、横二方向に情報を持つことで、記録できる情報量を飛躍的に増加させたコードである。現在では、搭載されたQRコードのバーコードリーダーのソフトウェアであるカメラ付き携帯電話の爆発的な普及により情報の入出力やモバイルコンテンツ販売における重要なツールとして用途が広がっている。

(2) QRコードの構成

QRコードを構成する最小の単位(白黒の正方形)を「セル」といい、「セル」の組み合わせでQRコードは表され、位置検出パターン(切り出しシンボル)とタイミングパ

ターン、誤り訂正レベルやマスク番号などの情報を持ったフォーマット情報、データおよび誤り訂正符号(リードソロモン符号)から構成されている(図-3.17参照)。

(3) QRコードの作成

QRコードの作成は、ネット上で作成できるものもあればフリーソフトをダウンロードして作成できるものもあり、ごく簡単に作成することができる。今回は、「psytec QR Code Editor」⁷⁾というフリーソフトにより、QRコードを作成し道路施設に貼り付けた(図-3.18, 写真-3.5参照)。

(4) QRコードの活用(位置情報の取得)

山口市阿東管内にある「一般県道迫田篠目停車場線」で一部圏外区間がある。当該区間はある程度標高があり、縦断勾配も6%程度で急カーブ、S字カーブが混在する



図-3.16 バーコードとQRコード

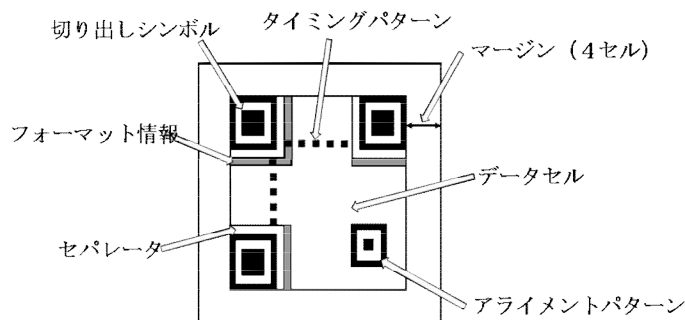


図-3.17 QRコードの構成

区間で、冬期では積雪も多く山間部であることから雪も融けにくく凍結も頻繁に起こる箇所である。軽度であるが事故の発生も見られ、積雪情報を提供する必要な区間である。この区間において、QRコードを活用した情報提供の方法を以下に示す(図-3.19参照)：【手順】

- ①携帯電話のバーコードリーダーを使用し、QRコードを読み取る。
- ②読み取り画面より、メールを作成して送信する。
- ③システムにアクセスし画面より、修正画面でコメント欄にある座標で位置修正する。

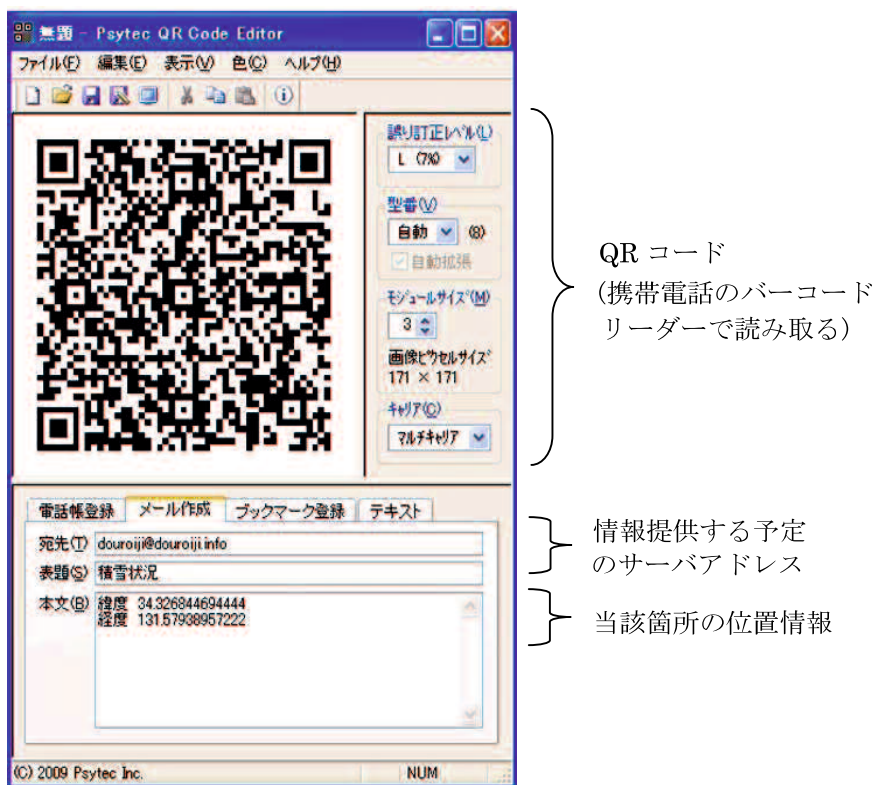


図-3.18 QRコードの作成

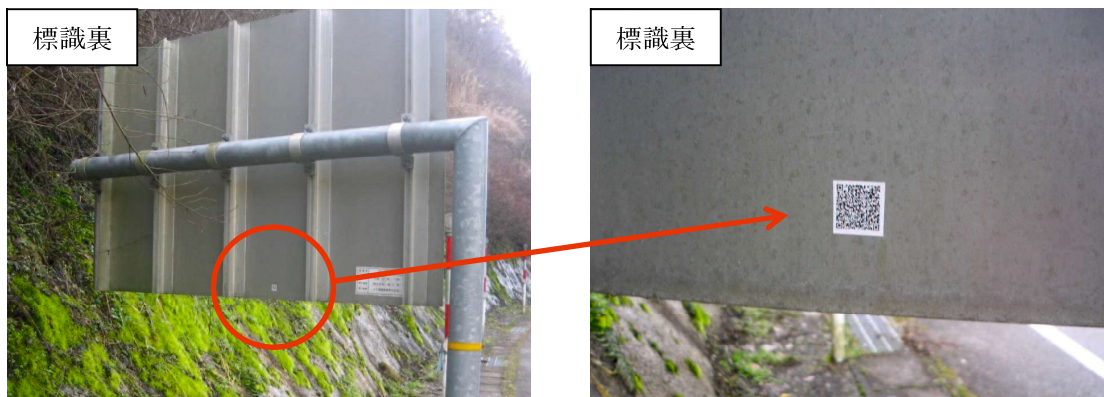


写真-3.5 QRコードの貼付



図-3.19 QRコード読取手順

3.3.4 考察

今回調査した山間部地域において、誤差の分布は密集しているものの、実際の撮影地点に対し約60m程度の比較的大きな誤差を生じていた。これは、山間部に連なる山々が障害となり、電波を同時に補足できる衛星の数が減少するためなどが原因となっている。一方、市街地においては、上空に障害がないことから、山間部地域に比べて比較的に精度の良い結果が得られた。本システムでは、位置情報だけでなく現場状況の画像も同時に提供されるので、精度が悪くても周辺状況などが画像により確認できるため、おおよその位置は把握できる。なお、山間部地域ではソフトバンク社製携帯電話のみが、圏内となる範囲が他より狭かったためデータ数としては十分な量を取得できなかった。次に、有効画素数の検討結果については、画素数、送信時間および通信費との関係により、データ容量が大きいほど送信時間が長く、コストも掛かる結果となった。これを画質との関係で考えると、文字を明確に把握できる画素数範囲として、約120万画素数以上ではそれほど視覚的に差はなく、どこまでの拡大が必要なのか現場状況によって異なるが、山口県が行う維持管理業務に関しては、約120万画素数以上は必要ないと思われ、通信費のことを考えればそれ以下でも問題はない。このように維持管理業務で必要となる画素数については、今後いろいろな携帯電話により提供される画像から最適画素数を検討する必要がある。

最後に、圏外における情報提供については、QRコードを用いることによって位置情報を取得できることが分かった。だが、情報発信するためには圏内へ移動しなければならないため、通常の情報提供に比べ、リアルタイム性に若干劣り、また位置修正やQRコードの作成、貼付などの手間も生じてしまう。しかしながら、圏外という条件およびGPS携帯電話を利用する観点から、この問題をクリアしようとする今回のQRコードを用いた手法は、一つの有効な方法と言えることが分かる。

3.4 システムの評価と導入効果

3.4.1 システムの評価

GPS携帯電話を使用することにより、位置情報取得と画像送付などの作業が追加されることになるが、その後のステップでの位置確認や報告書作成および委託業者への依頼など、本システムによって様々に異なる作業が一元化されることとなる。これより、前述の図-3.1に示した現状の「山口県の道路施設維持管理業務フロー」に比べて

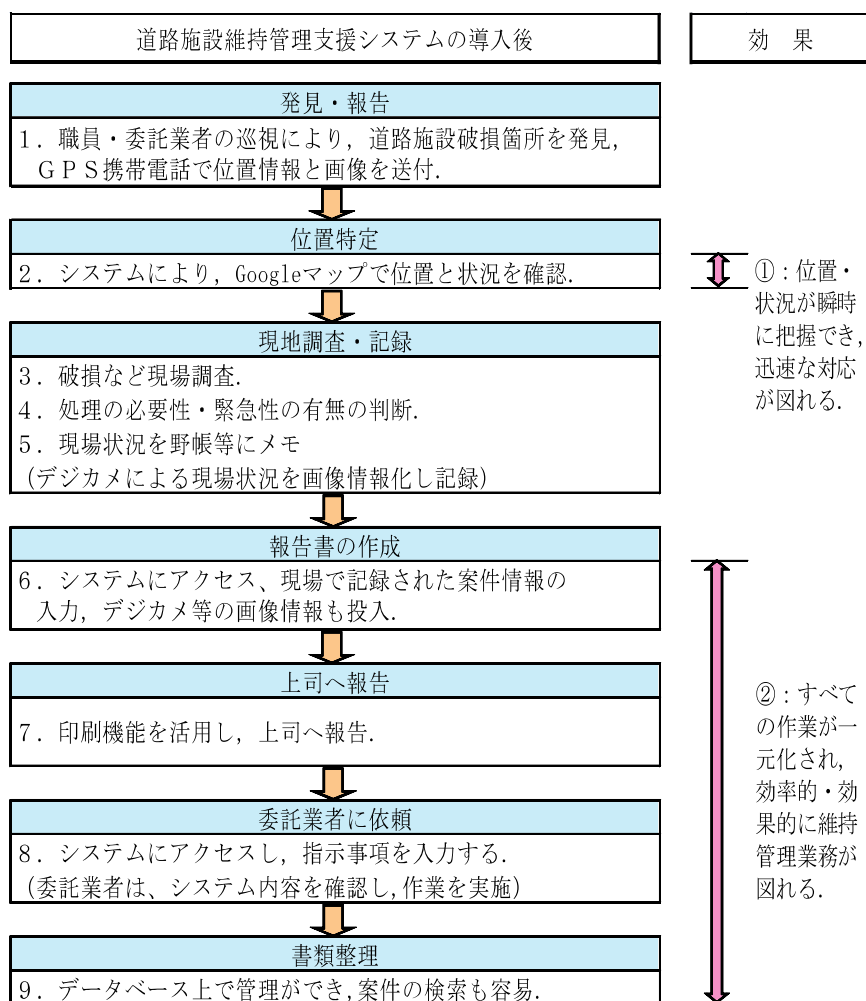


図-3.20 導入後の道路施設維持管理業務フロー

情報通信技術(ITC)を積極的に取り入れることによって、リアルタイムで各種データの効率的な共有化を可能としたと言える。以上により本システムを導入した後の道路施設維持管理業務フローを図-3.1左側のステップと対応させて示すと、図-3.20のようになる。

3.4.2 県職員および委託業者からの意見聴取

本システムを活用した評価について、県職員および委託業者に意見を聴取したのて以下に要旨を示す。

【効果】：位置と画像が一度に把握でき、しかも、情報がリアルタイムに確認できるため、素早く業者に指示が行え、損傷発見から補修まで効率的に対応できた。また、

位置修正が簡単にできることや、携帯電話で撮影した画像が縦横で逆に写し出された場合でも、写真を回転できる機能があるので助かる。道路管理者に対し、位置説明や現場の損傷度合も簡単に説明できるため、お互いの意思疎通が確実に行えるので対応が早い。

【改善点】：GPS携帯電話での位置情報取得およびメールの打ち込みが少々面倒である。維持管理の専用アプリを作成し、携帯電話の操作性(写真撮影→位置情報取得→メール作成)の向上を図ってほしい。

3.4.3 導入効果

現場から位置情報と案件の画像がリアルタイムに把握できるので、上司への報告と委託業者に対する指示が迅速に行える効果がある。また、事前に状況を把握することができるため、重要案件の場合では、事務所内で事前協議を行い、あらかじめ方針を確認した上で現場が確認できるため、適切な判断と指示が行える。もちろん、情報の共有化が図られるため、担当者不在等の場合でも、案件の処理状況、進捗状況がいつでも、どこでも、だれでも確認することができる。また、データベースで管理しているので、過去の案件の検索が容易にできる。そして、事故の発生箇所、落石が多く見られる箇所、苦情が頻繁している箇所などのデータが蓄積されることによって、これらの案件を予防保全的に対処する維持管理業務も可能となると考えられる。以上のような本システムの導入効果をステップごとに特徴をまとめたものが表-3.2である。

表-3.2 システムの導入効果

項目 (ステップ)	導入効果
発見・報告	GPS携帯電話を使用し情報提供する手間が追加されるが、後作業に対する効率化が図られる。
位置特定	位置と状況がリアルタイムに把握でき、迅速な対応と判断が可能となる。
現地調査・記録	現場から画像情報が提供されるので、入力作業の一部が簡素化される。
報告書の作成	全ての作業の一元化が図られ、報告書作成等の効率性が向上する。
上司への報告	全ての作業の一元化が図られる。
委託業者に依頼	正確・迅速・効率的に伝達が可能となる。
書類整理	処理後の案件が容易に検索でき、蓄積データの活用も行える。

3.5 第3章のまとめと課題

第3章では、GPS携帯電話の位置情報機能とWeb-GISを活用した道路施設維持管理支援システムの開発を行った。これにより、位置情報と道路施設損傷状況がリアルタイムに把握でき、迅速な対応と情報の共有化が図られ、効率的な維持管理を行うことができ、より安全で安心な社会基盤の構築を図ることができる。システムの試験運用においても、実際に利用した県職員や維持管理受託業者からの意見では実用性のある効果的なシステムであるとした評価を得た。

なお、システムの開発にあたり、主な課題であるGPS携帯電話による情報提供の検証を行った。その結果をまとめると以下の通りである。

- 1) GPS携帯電話における位置情報の誤差については、検証試験でおおよそその誤差を確認することができ、それを踏まえた情報確認が必要であることを認識した。
- 2) 携帯電話で撮影する有効画素数については、鮮明な画像ほどデータ容量が大きく、通信費も高く、サーバへの負担も大きい。道路施設を維持管理する上では、状況と規模がある程度判るものであれば、画素数が少なくても特に問題はない。
- 3) 圏外区間の対応については、QRコードを用いた位置情報の取得方法を紹介した。QRコードの作成、貼付の手間は掛かるが、簡単に安く誰でもできること、また位置情報の取得もGPS携帯電話により容易にできることから、その有効性を確認できた。

参考文献

- 1) 山根 智, 吉村 崇, 宮本文穂 : 山口県道路施設維持管理のためのリアルタイム観測・予測システム構築と実証, 土木学会論文集 F3, Vol. 67, No.2, pp.II_1～II-15,2011.
- 2) 山根 智, 吉村 崇 : GPS 携帯電話と Web-GIS を活用した 道路維持管理支援システムの導入に伴う基礎的研究, 第61回中国地方技術研究会(国土交通省中国地方整備局), pp.1-6, 2012.7.
- 3) 山根 智, 吉村 崇, 宮本文穂 : 安全で安心な社会基盤構築のためのリアルタイム早期観測・予測システムの開発, 社会基盤マネジメントシリーズ, 山口大学大学院理工学研究科安全環境研究センター(RCES), No.14, pp.1-35, 2013.8.
- 4) 山根 智, 安村成史, 宮本文穂 : 山口県道路施設維持管理支援システムの開発と実用性検証, 山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成24年度成果報告書, pp.61-70, 2013.8.
- 5) Google マップホームページ : <http://maps.google.com/maps>, 2014.10 現在
- 6) XYBL TOOL ホームページ : <http://www.n-survey.com/xybl/index.htm> , 2014.10 現在
- 7) Psytec QR Code Editor ホームページ : <http://www.psytec.co.jp/docomo.html> , 2014.10 現在

第4章

道路施設損傷音声案内システムの開発

本章は、近年著しい普及をみせている高機能携帯電話の位置情報機能と音声機能を活用し、山口県が保有している道路施設データベースと連携させて、道路巡視時に道路施設の損傷状況をリアルタイムに音声で案内することにより、道路施設の維持管理に役立てたものである。これにより、日常点検を行う道路巡視員に、道路施設の変状などを注視させ、巡視意識の向上を図ることができる。さらに、道路施設損傷の予兆を発見することで、異常現象の早期発見および、劣化進行度合いに伴う迅速な対応に繋がるなど、効果的で高度な道路施設維持管理を行うことが可能となる^{1), 2)}。

4.1 日常点検・定期点検における現状と課題

山口県の維持管理業務のより効率的・効果的な業務改善を行うために、日常点検・定期点検における現状と課題について、「巡視意識(注視力)の向上」、「日常点検の精度向上」、「蓄積データの迅速かつ円滑な情報提供」の3つの課題に着目した。以下に詳細な内容を示す。

4.1.1 巡視意識(注視力)の向上

近年、スマートフォンアプリで利用する「カーナビ」の利用が急速に拡大している。カーナビでは、地図表示による「視覚表示」と「音声案内」により経路誘導を行うと

ともに、VICS を利用した渋滞情報や事故情報などの交通事情をリアルタイムに提供のすることや、ドライバーの運転負担を低減するだけでなく、走行中の安心感や進路決定のしやすさも向上することが確認されている³⁾。さらに、予め危険を察知するために、踏切情報や過去のデータからの事故多発地点などの注意喚起情報も提供されるなど、多種多様なカーナビとして進化し続けており、ユーザに有効な情報を、容易かつリアルタイムに情報提供できるようになっている。音声案内の利点は、視覚情報のみだけでなく、音声案内が追加・連動されることにより、運転負担の軽減や走行中の安全性を確保することである。音声案内による経路誘導は運転負担軽減や走行中の安全性確保に効果的であることが明らかとなっている⁴⁾。

そこで、これまで目視のみで行ってきた日常点検に音声案内を付加することにより、路面変状等に対する注視力向上が図れると考え、道路施設である「橋梁」、「トンネル」、「舗装」などの損傷状況を音声案内できるシステムを開発した。図-4.1 に巡視意識と経過時間との関係例を示す。道路巡視員は道路施設損傷や劣化を認知し、その後時間の経過とともに巡視意識の低下が考えられる(図-4.1 左側)。しかし、本システムを利用した場合、意識低下を防ぐとともに、巡視員一律に意識の向上を図ることができていることが判る(図-4.1 右側)。このことは、道路異常や劣化進行の早期発見に繋がり、効果的な維持管理を行うことが可能となると考えられる。

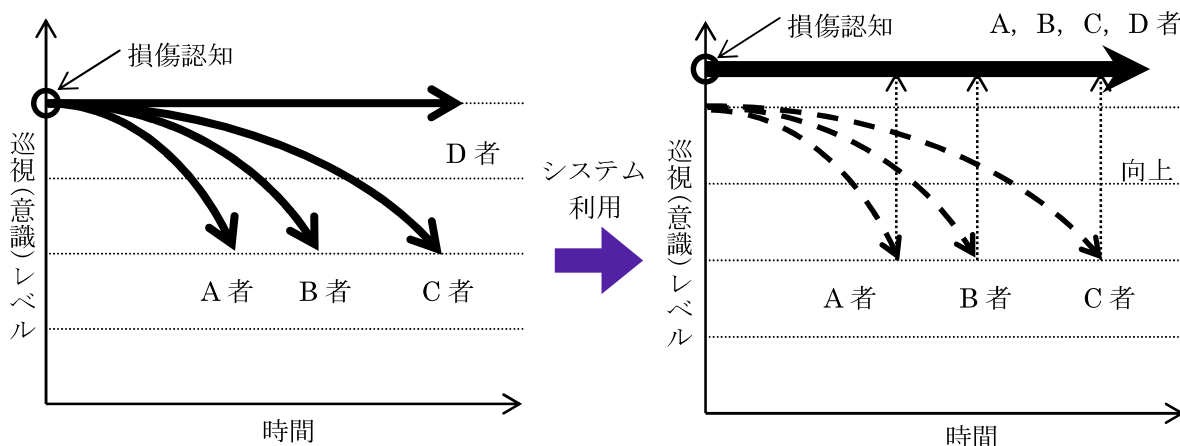


図-4.1 巡視(意識)レベルと経過時間との関係

4.1.2 日常点検の精度向上

山口県の橋梁数は、3,176橋の橋梁を管理しており、2012年4月時点で建設後30年～50年を経過した橋梁は、全体の約38%を占めている。さらに20年後である2032年では、建設後50年を経過する高齢化橋梁は、現在の30%から67%へと急速に進展する。

山口県では、今後、建設後50年を経過する橋梁が急速に増大するため、事後的管理から、予防保全型管理への転換を図り、橋梁の機能を確実に維持し、橋梁の修繕および架替に係る費用の縮減と平準化を図る必要があると考え、橋梁を適切に管理する「橋梁長寿命化修繕計画」を策定した。

橋梁長寿命化修繕計画⁵⁾の基本方針は次の3点である。

1) 橋梁の定期点検は、山口県橋梁点検要領(案)に基づき、原則5年に1度を実施することとされ、その結果に基づき、対策の優先順位を考慮した修繕計画を策定する。

2) 長大橋等(離島架橋および橋長500m以上の橋梁)については、個々の維持管理計画を策定する。

3) 橋梁の日常点検は、県職員が実施することを基本とし、点検結果は橋梁データベースシステムに蓄積し、職員が容易に利活用できるようにする。

この計画に基づき、修繕が必要と判断された全ての橋梁について、一度に修繕を行うことは予算上困難であるため、適切な対策の優先順位を設定し、計画的でかつ、予防保全型の維持管理となるよう対策に取り組んでいる。

しかし、定期点検を原則5年に1度としていることで、この5年間の途中で予測とは異なり、劣化が急激に進行することが懸念され、その劣化の進行状況によっては、修繕費の大幅な増大等、予算上の計画変更を余儀なく行う必要が発生する場合も考えられる。図-4.2に予測劣化曲線と実劣化曲線との差における予防保全計画と修繕費との関係例を示す。一般的に予測の劣化曲線(図-4.2 青実線)と実際の劣化曲線(図-4.2 青破線)に差があることから、「修繕計画での補修時期」と「適切な補修時期(図-4.2 黄破線)」にタイムラグが生じ、損傷度合いの差により計画時と比べて想定をはるかに超える修繕費が必要となる可能性がある。また、補修時期が集中する場合、予算上の制約から、計画的に修繕できない場合や修繕が先送りになる場合などの懸念がある。したがって、今後、日常点検の質を高め、定期点検間における劣化進行の監視や予算縮減と人員削減の制約により現状の点検頻度の中でも、道路施設を適切に維持管理していくことが必要である。

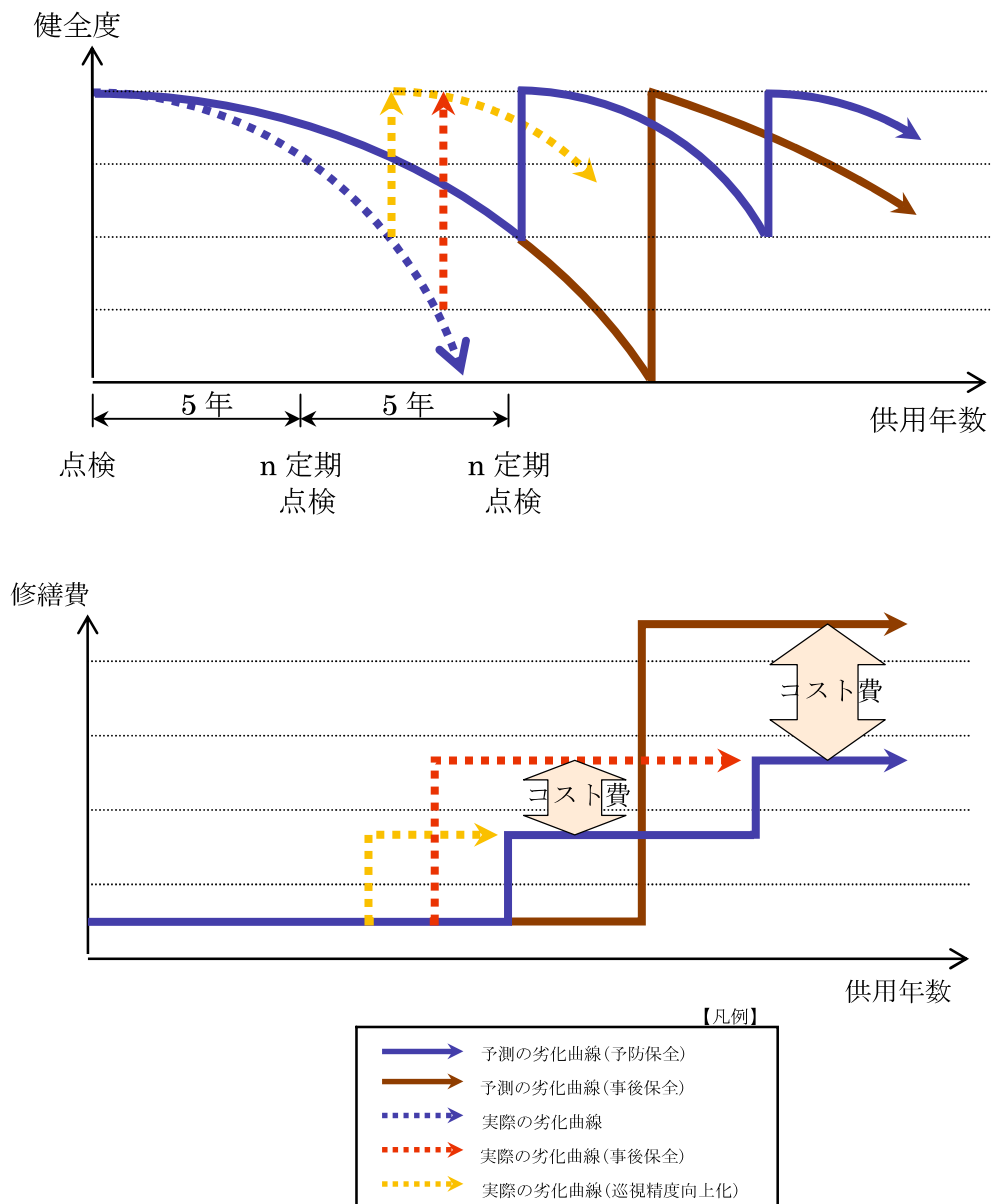


図-4.2 予測劣化曲線と実劣化曲線との差における
予防保全計画と修繕費との関係イメージ

4.1.3 蓄積データの迅速かつ円滑な情報提供

日常点検の流れの一例を図-4.3に、その概要と課題を表-4.1に示す。この中で道路施設の損傷状況や橋梁点検調書などの情報は、システムのデータベースに蓄積され、情報の一元化が図られている(図-4.3の7)。しかし、情報の閲覧を事務

所で行う場合は、図-4.3の8に示すとおり PC 上となる。一方、情報の閲覧を現場で行う場合は、事務所から点検調書(紙)等を持ち出して確認するか、事務所との電話のやり取りで確認することとなり、状況確認・対応・報告に時間を要し、蓄積データの利用が十分に図られていないという課題がある(表-4.1の右側)。

本研究では、蓄積データを有効に活用するため、スマートフォンを用いてインターネットを介し、また GPS 機能による位置情報と連携させ、データベースにアクセスすることにより情報を現場で入手可能とし、容易に現場で過去の点検結果等の情報を閲覧可能とするシステムを構築した。本システムにより、蓄積したデータが有効に活用できる。

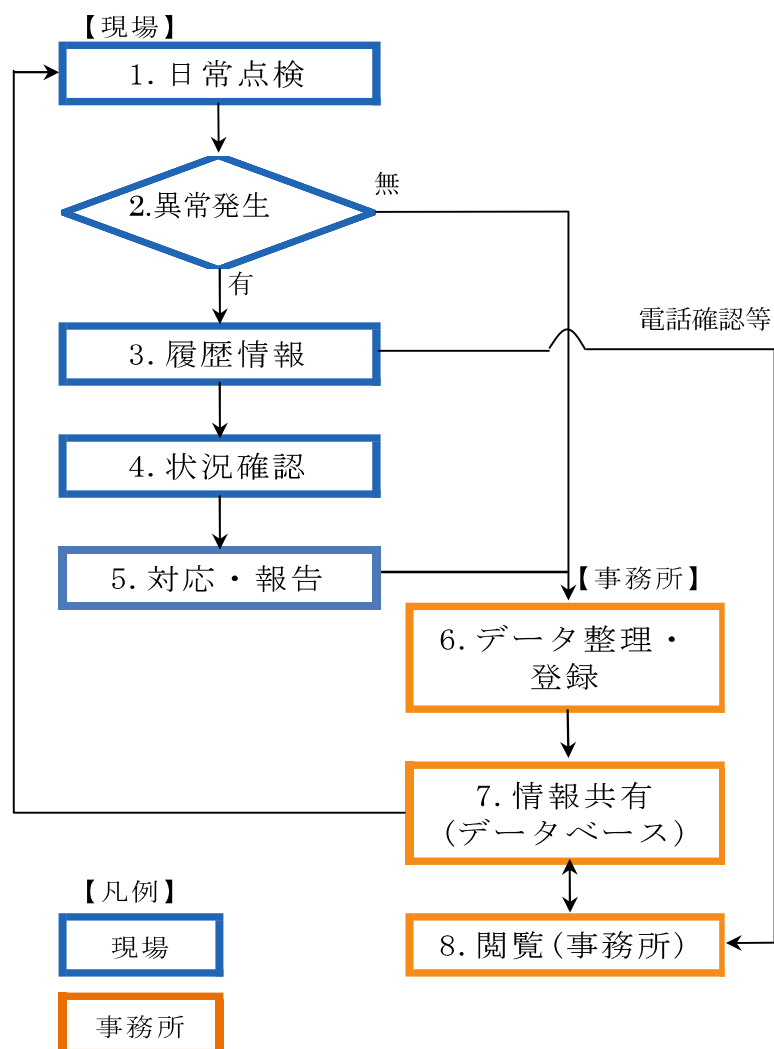


図-4.3 日常点検の流れ

表-4.1 日常点検の概要と課題

項目		内容	課題
現場	1. 日常点検	道路の日常巡回を行う際に併せて実施する点検であるが、パトロールカーの車内から判断できる範囲で実施	—
	2. 異常発生	橋梁異常を確認した場合は、簡易的に点検を実施	—
	3. 履歴情報	前回の定期点検状況を確認するため、事務所との連絡で確認	状況把握・報告に時間を要する
	4. 状況確認	橋梁の劣化進行や新規損傷などを確認	
	5. 対応・報告	現場から事務所へ電話連絡にて状況を報告	
事務所	6. データ整理・登録	対応状況等をデータ整理し所定のサーバに登録	データ整理・登録に時間を要する
	7. 情報共有(データベース)	日常点検・定期点検などの情報を一元管理	
	8. 閲覧(事務所)	日常点検・定期点検の調書などを閲覧	—

4.2 道路施設損傷音声案内システムの開発

4.2.1 システム開発の流れ

道路施設損傷音声案内システム開発にあたって、本研究では日常点検および定期点検等の中から、点検データの蓄積のある橋梁の点検調書データを用いることとした。本システムの開発フローを図-4.4に示す。本研究では、山口県が管理する橋梁(2013年3月現在3,176橋)の内、ある1つの出先事務所である防府土木建築事務所が管理する橋長2m以上の橋梁324橋を対象とし、データの収集および整理を行うこととした(図-4.4の1)。また、音声データの抽出の検討は、点検調書データから、音声案内に必要な項目を選定し、音声に変換することとした(図-4.4の2)。抽出検討にあたっては、山口県が保有している道路の走行映像を活用し、音声変換した「音声データ」を映像データと合成を行い、擬似的に検証し、最適な音声データを抽出した。

本システム設計は、基本設計としてスマートフォンの機種に依存しない「Webアプリ

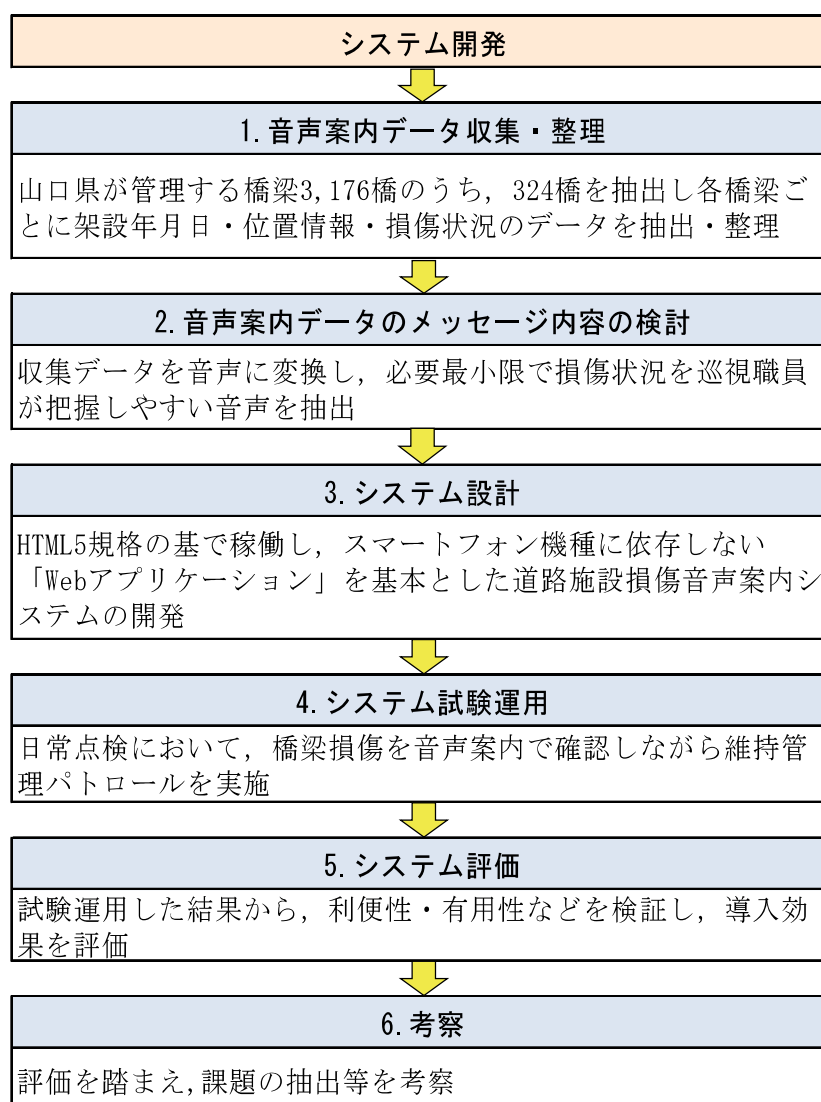


図-4.4 システム開発の流れ

リケーション」を採用し、HTML5規格(マークアップ言語)⁶⁾をベースに構築し、図-4.4の2により抽出された音声データをシステム導入する(図-4.4の3).. 試験運用は、巡視パトロール時に、県職員の協力のもと試験運用を実施する(図-4.4の4). システム評価(図-4.4の5)は、試験運用の結果から、課題抽出などを行い、実運用に向けた考察を行う(図-4.4の6).

4.2.2 音声案内データの収集・整理

音声案内のデータ収集にあたっては、点検調書(図-4.5)および、橋梁諸元の基礎データ(図-4.6 架設年月、位置情報など)から損傷状況に係る情報を収集し、整理を行った。点検調書の構成は、損傷状況の項目として、コンクリート橋で26項目あり、鋼

橋では22項目となっている(図-4.5の赤線枠)。また、損傷状況の項目毎に損傷度判定した結果を損傷区分として、a~cに分類され、aが損傷なし、bは損傷が発生、cは著しい損傷が発生となっている(図-4.5の青線枠)。この点検調書および基礎データに記されている情報から「架設年、橋梁名、緯度経度、上部工形式、損傷状況項目、損傷区分」を抽出し整理する。この際、損傷区分aは健全な状態を示すため、損傷がみられる損傷区分b、cを対象として、有効データ数223橋を抽出した。以上により、防府土木建築事務所で管轄する橋梁の損傷度項目数を整理した結果、2~5項目のウェイトが全体の57%を占めた(図-4.7)。

点検項目		箇所名	山口市小郡上郷	点検日	2010年3月27日			
点検項目		橋梁番号	71620	点検者	●●●●●			
点検項目		橋梁名	新中畑橋	点検方法	梯子			
部材区分	損傷状況	損傷区分			記録写真番号	対策区分	所見	
		a	b	c				
上部工	鋼	主桁 腐食、塗装劣化、亀裂、破断、変形など ボルトの脱落、腐食、ゆるみ	なし	表面錆あり	全体的な錆または板厚減少がある	E	主桁下面に工場製作時の穴埋め不良により金物が露出している。状況に応じて補修が必要である。	
			なし	局所的な亀裂などが見られる	大きな亀裂や破断が確認できる			
		なし	局所的なボルトのゆるみや脱落が見られる	多数のボルトのゆるみや脱落が見られる				
		なし	表面錆あり	全体的な錆または板厚減少がある				
	横桁	腐食、塗装劣化、亀裂、破断、変形など ボルトの脱落、腐食、ゆるみ	なし	局所的な亀裂などが見られる	大きな亀裂や破断が確認できる			
			なし	局所的なボルトのゆるみや脱落が見られる	多数のボルトのゆるみや脱落が見られる			
	コンクリート	主桁・横桁	ひびわれ	なし	規模 小 幅(RC<0.3, PC<0.2)	規模 中 幅(RC≧0.3, PC≧0.2)		5,3
			剥離・鉄筋露出	なし	剥離のみ	鉄筋露出		15
			遊離石灰、漏水など 異常振動、たわみ 欠損	なし	規模 小	規模 大		
		床版・間詰め	剥離・鉄筋露出	なし	規模 小	規模 中		4
抜け落ち 鋼板梁蓋部の損傷			なし	—	あり			
床版のひびわれ 遊離石灰、漏水など			なし	一方向ひびわれ 幅<0.2mm	二方向ひびわれ 幅≧0.2mm	17		

点検項目		箇所名	山口市小郡上郷	点検日	2010年3月27日		
点検項目		橋梁番号	71620	点検者	●●●●●		
点検項目		橋梁名	新中畑橋	点検方法	梯子		
部材区分	損傷状況	損傷区分			記録写真番号	対策区分	所見
		a	b	c			
上部工	舗装	ひびわれ	なし	ひび割れ幅が小さい (幅<5mm)	ひび割れ幅が大きい (幅≧5mm)	26,32,36	B 状況に応じて補修が必要である。
		ポットホール	なし	—	あり		
	伸縮装置	段差、変形、破断など	なし	段差、変形、破断、漏水などがある	著しい欠損	25,33	
	地覆高欄	欠損など	なし	欠損などがある	著しい欠損	8	
	排水装置	腐食、変形など	なし	腐食、変形などがある	著しい欠損	28,29,30	
下部工	橋台橋脚	ひびわれ	なし	規模 小 幅(RC<0.3mm)	規模 中 幅(RC≧0.3mm)	16,12	B 状況に応じて補修が必要である。
		剥離・鉄筋露出	なし	規模 小	規模 中	11	
	漏水・帯水	なし	規模 小	規模 大	14,10		
	腐食、変形など 洗掘など	なし	腐食、変形などがある	著しい欠損			
支承	腐食、亀裂、破断、変形など	なし	腐食、亀裂、破断、変形などがある	著しい欠損	A		
	ボルトの脱落、腐食、ゆるみ 番屋モルタルの欠損など	なし	ボルトの脱落、腐食、ゆるみなどがある	著しい欠損			
その他	添架物 その他	なし	欠損などがある	著しい欠損	2	A	

図-4.5 点検調書の一例

1 点検者	●●, ●●			2 点検年月日(西暦)	2010 年 3 月 27 日							
3 管理事務所	山口土建		事務所コード	7	4 所在地	山口市小郡上郷						
座標	5 緯度	34	度	07 分	34.1 秒	6 経度	131 度	23 分	11.1 秒			
7 フリガナ	シンナカハタバシ		9 路線種別	主要地方道		10 路線名	小郡三隅線					
8 橋梁名	新中畑橋		11 架設年月(西暦)	1983 年	1 月	12 主要工作物No※2	71620					
13 路線コード	28		14 図面コード	600		15 施設番号※3	300					
16 橋長 (m)	21.0		17 径間数	1		18 橋面積 (m ²)	262.5					
19 車線数	2											
幅員構成 (m)	20 歩道	21 路肩	22 車道	23 中央帯	24 車道	25 路肩	26 歩道	27 全幅員(地覆含む)	28 有効幅員			
	4.0	0.5	3.0	0.0	3.0	1.0	0.0	12.5	11.5			
斜角	2 ● (A1)	60	度	●	分	秒	3 ● (A2)	60	度	●	分	秒
31 海岸線区分	● 50m以内		● 51~200m		● 201~1km		● 1km起					
32 緊急輸送路	● 第1次緊急輸送路		● 第2次緊急輸送路		● 第3次緊急輸送路		● 該当なし					
33 大型車対応路線	● 該当		● 非該当 (管内図・道路地図等より25t以上の大型車対応かどうか確認)									
34 バス路線	● 該当		● 非該当		(H8防災総点検資料より)							
35 迂回路	● 有り		● 無し		(H8防災総点検資料より)							
36 DID地区	● 該当		● 非該当		(H8防災総点検資料より)							
37 近接可能性	● 可能		● 不可能									
H17センサス交通量	38 小型車12h (7,887) 台		39 大型車12h (1,178) 台		40 H17センサスNo (4088)							
41 架替理由												

図-4.6 橋梁の基礎データ

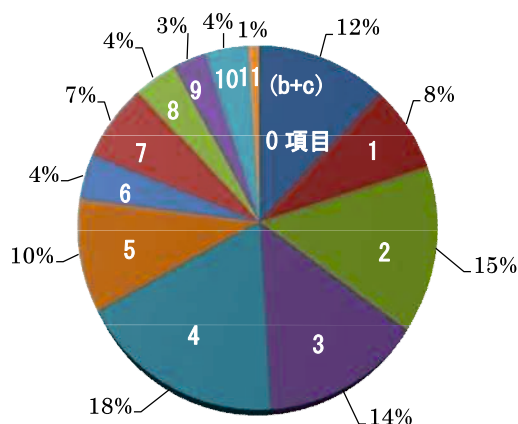


図-4.7 防府土建管轄橋梁の損傷状況項目数 (有効データ数 223 橋)

4.2.3 音声案内のメッセージ内容の検討

橋梁点検結果から、損傷区分が b, c と評価された橋梁について、音声案内を 3 つのパターンに分類し、時間との関連性から最適な音声データの抽出を行った。なお、メッセージ内容の検討にあたっては、音声案内開始位置を道路の予告案内標識の設置基準を参考に、橋梁の手前 300m から音声案内を開始することとした。なお、この 300 m は 50 k m/h で走行した場合、音声時間約 22 秒となる。

(1) パターンによる分類

点検調書にある損傷区分と損傷状況の内容から、音声案内に必要な項目の抽出を行うが、各橋梁の損傷状況に応じてメッセージの長さが異なり、音声案内する時間に長短があるため、次の3パターンに分類し検討を行った。①損傷区分bとcおよび損傷状況、②損傷区分bとc、③損傷区分cおよびその損傷状況の3パターンに分類し、図-4.5の点検調書の一例からパターン別に音声として読み上げるメッセージ内容を整理した(表-4.2)。なお、音声の読み上げ対象としているのは表-3の黄色の部分である。以下に分類別の内容を示す。

表-4.2 パターン別による抽出項目(例)

①パターン1

概要	架設年	1983年	
	橋梁名	シンナカハタバシ	
	設置箇所	オゴオリカミゴウ	
	上部工形式	PC桁橋	
損傷区分	主桁・横桁に損傷区分c	損傷状況	剥離・鉄筋露出
	床版・間詰めに損傷区分b		遊離石灰、漏水など 規模小
	伸縮装置に損傷区分b		段差、変形、破損、漏水など
	地覆高欄に損傷区分b		腐食、変形など
	下部工橋台に損傷区分c		ひびわれ、剥離・鉄筋露出 規模中

②パターン2

概要	架設年	1983年	
	橋梁名	シンナカハタバシ	
	設置箇所	オゴオリカミゴウ	
	上部工形式	PC桁橋	
損傷区分	主桁・横桁に損傷区分c	損傷状況	剥離・鉄筋露出
	床版・間詰めに損傷区分b		遊離石灰、漏水など 規模小
	伸縮装置に損傷区分b		段差、変形、破損、漏水など
	地覆高欄に損傷区分b		腐食、変形など
	下部工橋台に損傷区分c		ひびわれ、剥離・鉄筋露出 規模中

③パターン3

概要	架設年	1983年	
	橋梁名	シンナカハタバシ	
	設置箇所	オゴオリカミゴウ	
	上部工形式	PC桁橋	
損傷区分	主桁・横桁に損傷区分c	損傷状況	剥離・鉄筋露出
	床版・間詰めに損傷区分b		遊離石灰、漏水など 規模小
	伸縮装置に損傷区分b		段差、変形、破損、漏水など
	地覆高欄に損傷区分b		腐食、変形など
	下部工橋台に損傷区分c		ひびわれ、剥離・鉄筋露出 規模中

- ① 損傷区分 b と c および損傷状況の内容を音声抽出する(以下、パターン 1)。これは損傷がある項目を全て抽出した場合であり、架設年・橋梁名・上部工形式および損傷区分・損傷状況の b と c を抽出したものである。
- ② 損傷区分 b と c の内容を音声抽出する(以下パターン 2)。これは損傷がある項目の損傷区分のみを抽出した場合であり、架設年・橋梁名・上部工形式および損傷区分 b と c を抽出したものである。
- ③ 損傷区分 c およびその損傷状況の内容を音声抽出する(以下パターン 3)。これは損傷がある項目の損傷区分 c の内容を抽出した場合であり、架設年・橋梁名・上部工形式および損傷区分・損傷状況 c を抽出したものである。

(2) 音声案内における損傷区分と音声時間との関連性

防府土木建築事務所が管轄する橋梁データにおいて、前述(1)で分類した 3 つのパターンの橋梁損傷データを音声として読み上げ、その音声時間を集計し走行距離との関係を検証した(図-4.8, 4.9, 4.10)。各図に案内標識の設置基準を参考にした橋梁の手前 300m を音声案内開始基準線(音声案内時間約 22 秒)として記載している。

図-4.8 に示すパターン 1 では、音声案内時間 2~26 秒付近に集中している。損傷項目数としては 1~3 個であるが、損傷区分 b, c だけでなく損傷状況も音声案内するため音声時間は長くなる。その結果、音声案内開始基準に対し満足する橋梁は全体の約 6 割であった。

図-4.9 に示すパターン 2 では、全体的に一様に分布していることが分かる。これは、損傷区分 b, c のみを音声案内するため、損傷項目数の違いによる音声時間に大きな差がないためである。その結果、音声案内開始基準に対し満足する橋梁は全体の約 9 割であった。

図-4.10 に示すパターン 3 では、7~9 秒、12~14 秒付近に集中している。損傷項目数としては 1 個、2 個であり、損傷区分 c とその損傷状況を音声案内している。損傷区分 c は重度な損傷であるため、損傷区分 b と比べ対象橋梁の絶対数が少ないことから、全体的に音声時間が短くなる割合が高い。その結果、音声案内開始基準に対し満足する橋梁はパターン 2 とほぼ同様に全体の約 9 割であった。

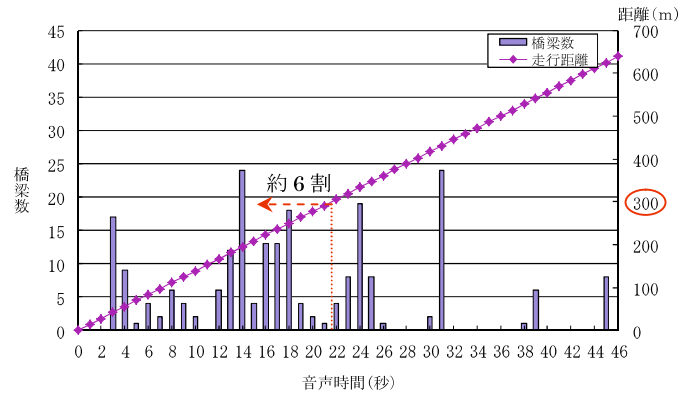


図-4.8 音声時間の分布(パターン1:223橋)

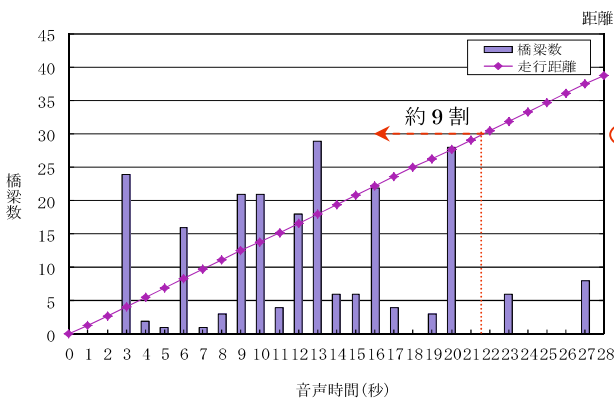


図-4.9 音声時間の分布(パターン2:223橋)

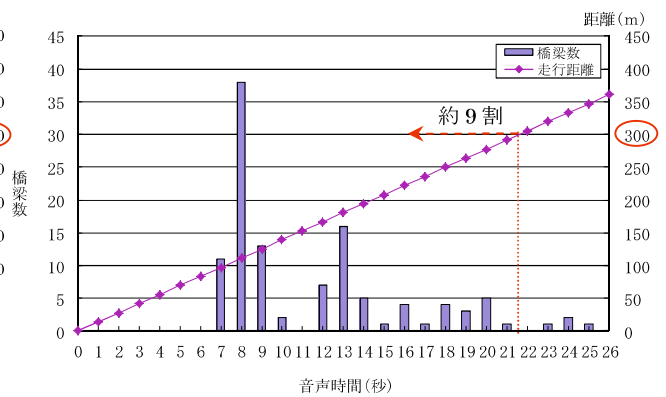


図-4.10 音声時間の分布(パターン3:115橋)

(3) 音声と映像の合成による検討

山口県が保有する道路走行映像データ⁷⁾を活用し、抽出した音声データと道路走行映像をパソコン上で合成し机上による検討を行った。これは、本システムによる実橋梁で検証する前段階であり、実際に現場で繰り返し検証を行う時間を省略するため、擬似的に損傷状況項目の抽出数や音声案内時間基準の妥当性を評価したものである。

なお、映像データと音声データの合成には映像編集ソフト VideoStudio ProX516) を用いた。

(4) 検討結果

パターン1は「損傷区分bとcおよび損傷状況」を案内するため、文字情報が多く、音声案内時間は長くなる。その結果、損傷状況の情報が多くなるため巡視員が情報に混同してしまい、図-4.8に示すように音声案内開始基準を満足しない橋梁が約4割あり、音声案内項目として妥当ではないと判断する。パターン2は「損傷区分bとc」

の音声案内で、パターン1と比べ音声案内時間は短くなる。パターン3は「損傷区分cおよびその損傷状況」の音声案内となるが、音声時間はパターン2と比べ大きな差はない。パターン2, 3においては図-4.9, 4.10に示すように音声案内開始基準を満足する橋梁は約9割あり、ほとんどの橋梁の損傷状況が音声案内できる。以上のことから、パターン2, 3が音声抽出項目として妥当であると判断した。

4.2.4 システム設計

(1) スマートフォン版のシステム要件

このシステムに求められる要件は、主に以下の8項目である。①管理対象物に接近したことを音声で自動的に通知する、②接近した管理対象物の名称を吹き出しに自動で表示、③データの一元管理、④持ち運びが容易であること、⑤アプリケーションをインストールなしで使用できること(webアプリケーション)、⑥使用する端末を限定しないこと(webアプリケーション)、⑦地図の更新が容易(GoogleMap)を使用、⑧GPS機能を用いて、端末の位置をリアルタイムに地図上に表示できることである。

(2) アプリケーションの選定

スマートフォン版システムの場合、アプリケーション(以下アプリ)の形態により、ネイティブアプリと、webアプリの2つの選択肢がある。ネイティブアプリは音声自動再生が容易にできる反面、各社の機種対応、機種変更時の対応などが必要となり、システムの維持管理に多大の労力を必要とする。一方、webアプリは、HTML5の規格のもとで稼働するため、機種に依存せずシステムの維持管理が容易である。今回は実用化検討のための試行運用という位置付けからAndroid(google開発のスマートフォン用OS)を対象としたwebアプリでシステムを構築することとした。なお、今回はAndroid2.3以上を対象として開発した。

(3) 処理設計

サーバおよびクライアントに配置するプログラムは、ページ要求および応答と対象物検索の2つの処理を行う。図-4.11に処理手順を示す。ページ要求および応答とはクライアントからのページ要求(図-4.11の①)に対して、サーバはメインページ(HTML)とプログラム(Javascript)を送信(図-4.11の②)し、クライアントはこれらを受け取り、クライアントプログラムが実行状態となるものである。対象物検索とは、



図-4.11 システムの処理手順

サーバプログラムがクライアントからその都度送信(図-4.11の③)される端末位置(緯度経度)とサーバ内に保存されている通知対象物の緯度経度とを照合し、クライアントが圏内に接近した場合に、その情報を送信(図-4.11の④)する。次にクライアントプログラムが受信した情報の内容を判読し、接近した対象物の情報が含まれる場合にはサーバにある音声ファイルをロード後に再生し、吹き出しにその名称を表示し、詳細情報をリンクしたボタンを配置(図-4.11の④')するものである。

(4) 自動位置追尾機能

本システムでは、設定ダイアログで自動位置追尾機能を[ON]に設定すると、現在地と地図の中心をリアルタイムで同期することができる。この機能は、HTML5のGeolocation APIという測地APIを用いて実装した。

このAPIを利用することにより、HTML5に対応したブラウザを利用できる環境であ

表-4.3 Geolocation API オプション設定内容

オプション項目	設定内容
enableHighAccuracy	true (高精度モード)
timeout	5000 (5 秒)
maximumAge	デフォルト (0 : キャッシュしない)

れば、端末の機種によらずブラウザから位置情報を取得できる。今回は取得した位置情報を、Javascript でグーグルマップの中心に設定し、常に現在地が中心に表示されるようにした。

Geolocation API を使って位置情報を取得するには、navigator.geolocation 内の以下の2つのメソッドが利用できる。

- ・ getCurrentPosition メソッド：位置情報を1回だけ取得
- ・ watchPosition メソッド：更新された位置情報を継続して取得

今回はリアルタイムに地図中心と現在地を同期させる必要があるため、watchPosition メソッドを用いた。また、サーバへの管理地点有無の問い合わせ(次項の位置検索ハンドラーを使用)は、この watchPosition による位置更新のタイミングで行った。

Geolocation API を用いた位置情報の取得には、enableHighAccuracy, timeout 及び maximumAge の3つのオプションを設定できる。今回は表 2-2-3 に示すようにオプションを設定した。Geolocation API は、GPS, WiFi, 携帯基地局, IP アドレスから位置情報を取得する。表-4.3 の通り今回設定した高精度モードでは、最も精度の高い方法で位置情報を取得しようとするため、通常は GPS が優先される。

(5) 位置検索ハンドラー

位置検索ハンドラーは、サーバ~クライアント間の Ajax 相互通信のサーバ側ハブに相当するプログラムであり、図-4.12 に示すような流れで処理を行う。

まず、GPS センサーにより測定された端末の緯度経度は、HTML5 の API を用いて、クライアントプログラム(voicemap.js)で取得し、サーバの位置検索ハンドラーに検索半径(m)とともに POST 形式で送信される。

クライアント端末の緯度経度を受信した位置検索ハンドラーは、VoiceFile.xml ファイル内の管理対象物の緯度経度を照合し、同時に受信した半径内にある管理対象物を

検索する。半径内に対象物が含まれる場合には、その名称・緯度経度・音声ファイル名を JSON 形式でクライアントに応答する。

対象物の情報を受信したクライアントプログラムは、地図上にマーカーを追加し、その名称を吹き出しに表示する。同時に受信した音声ファイル名を audio 要素のソースに指定し、そのファイルのロードを実行する。音声ファイルはサーバの Voices フォルダからダウンロードされ、ダウンロードが完了すると音声自動的に再生される。

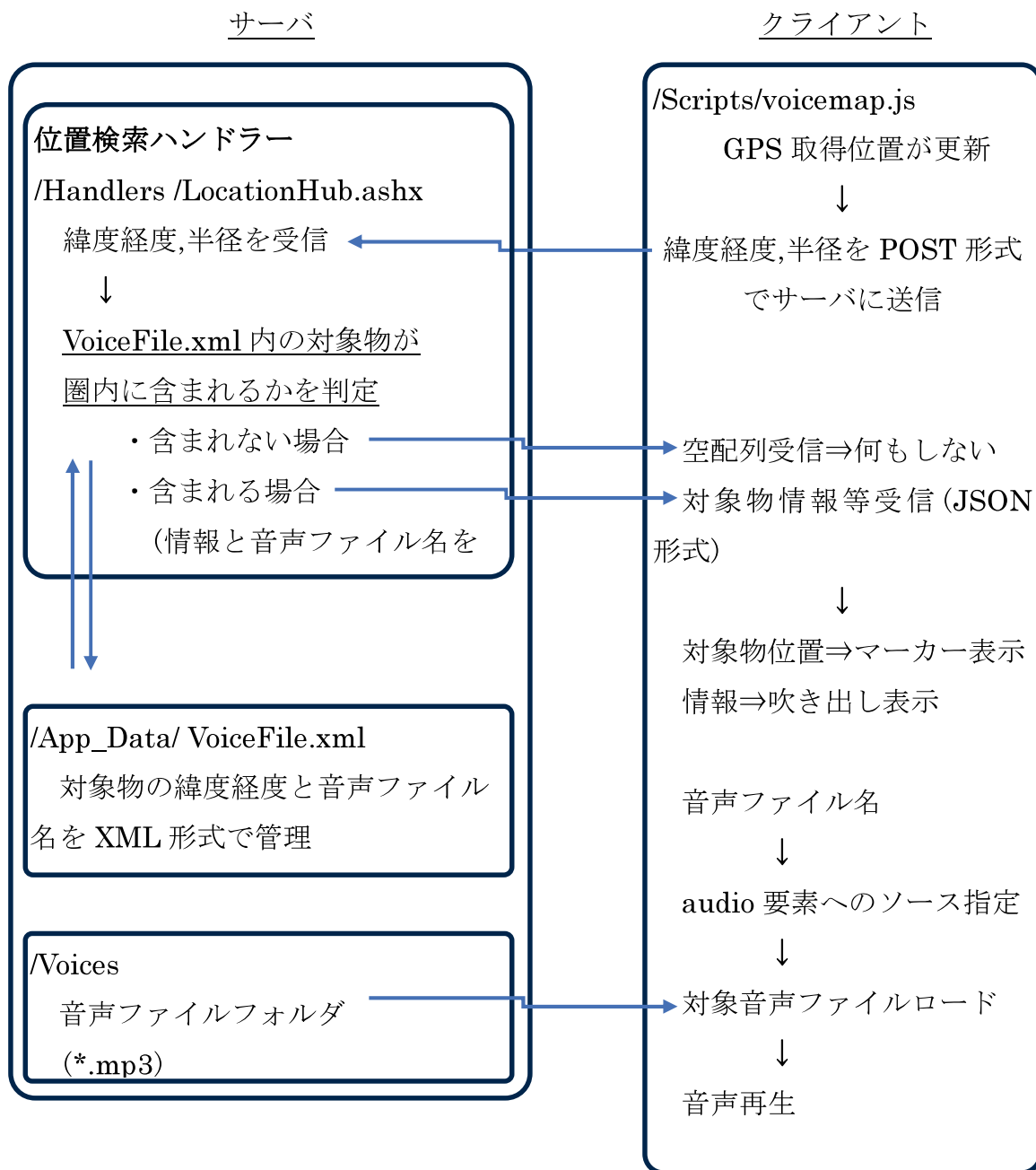


図-4.12 位置問い合わせから吹き出し表示・音声再生までの流れ

(6) 登録データ

地点情報ファイル(VoiceFile.xml)はXML形式とし、データベースと同様の役割で利用され、以下の情報を管理する(図-4.13)。

- ① 緯度(Lat)
- ② 経度(Lng)
- ③ 地点名(PointName)
- ④ 音声ファイル名(VoiceFileName)
- ⑤ Pdf ファイル名(PdfFileName)

位置検索ハンドラーは、Voice要素の緯度経度から指定された半径内に含まれるかを計算し、含まれる場合はクライアントに各フィールドの値をJSON形式で送信する。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<Voices>
  <Voice>
    <Lat>34.164909464665</Lat>
    <Lng>131.445144894135</Lng>
    <PointName>下船原橋(Aパターン)</PointName>
    <VoiceFileName>shimofunaharabashi_a.mp3</VoiceFileName>
    <PdfFileName>shimofunaharabashi.pdf</PdfFileName>
  </Voice>
  <Voice>
    <Lat>34.1677659628935</Lat>
    <Lng>131.449243426322</Lng>
    <PointName>下船原橋(Bパターン)</PointName>
    <VoiceFileName>shimofunaharabashi_b.mp3</VoiceFileName>
    <PdfFileName>shimofunaharabashi.pdf</PdfFileName>
  </Voice>
  <Voice>
    <Lat>34.171744711671</Lat>
    <Lng>131.454629185211</Lng>
    <PointName>下船原橋(Cパターン)</PointName>
    <VoiceFileName>shimofunaharabashi_c.mp3</VoiceFileName>
    <PdfFileName>shimofunaharabashi.pdf</PdfFileName>
  </Voice>
</Voices>
```

図-4.13 地点情報ファイル例

(7) 音声ファイル

音声ファイルは読み上げプログラム(TTS : text-to-speech)を用いて作成した。以下の Microsoft 社純正のランタイムを用いる簡易的なプログラムを作成して、テキストから WAV ファイル(RIFF waveform Audio Format)を生成し、さらに MP3 形式に変換して、Voices フォルダに格納した。

- ・ Microsoft Speech Platform - Runtime (Version 11)-2011/12/30
(Microsoft 社製最新読み上げプログラム)
- ・ Microsoft Speech Platform - Runtime Languages (Version 11)
のうちの MSSpeech_TTS_ja-JP_Haruka (コードネーム : Haruka)

今回作成した管理地点の音声ファイルとそのテキストデータの一例を以下に示す。

① パターン 1 (/Voices/shimofunaharabashi_a.mp3, 260KB) :

シモフナハラハシ, ウベシオオアザアシガワチ, RC T 桁橋, 架設年月日, 1955 年, 主桁・横桁に損傷区分 c アリ, ひびわれ・鉄筋露出・著しい欠損, 床版・間詰めに損傷区分 b アリ, 遊離石灰, 漏水など 規模 小, 地覆高欄に損傷区分 b アリ, 欠損などがある, 下部工 基礎に損傷区分 b アリ, 洗堀などがある

② パターン 2 (/Voices/shimofunaharabashi_b.mp3, 132KB) :

シモフナハラハシ, RC T 桁橋, 主桁・横桁に損傷区分 c アリ, 床版・間詰めに損傷区分 b アリ, 地覆高欄に損傷区分 b アリ, 下部工 基礎に損傷区分 b アリ

③ パターン 3 (/Voices/shimofunaharabashi_c.mp3, 93.2KB) :

シモフナハラハシ, RC T 桁橋, 主桁・横桁に損傷区分 c アリ, ひびわれ・鉄筋露出・著しい欠損

4. 3 システムの概要

ブラウザで所定の URL を指定してシステムを起動すると図-4.14 の通常画面が表示される。

通常画面の表示内容は、トップ画面に①対象物点検管理項目、②詳細情報、③対象

物, ④現在地, ⑤検索圏内, ⑥背景地図(GoogleMap)が表示され情報の内容がリアルタイムに確認することができる。また, トップ画面にある「設定」ボタンを押すと条件設定項目の⑦自動位置追尾機能背景, ⑧地図切替, ⑨検索半径の設定ができる。また, 詳細情報が登録されている場合には, 図-4.15 の左側画面のように情報が円内に入るとマーカーと吹き出しが表示され, その中に詳細ボタンが配置される。このボタンを押下すると PDF ファイルのダウンロードを開始する(図-4.15 の中画面)。ダウンロードが終了すると図-4.15 の右側画面に示すように Adobe Reader で PDF ファイルを開き, 過去の橋梁点検調書や部材の損傷状況の写真などを確認することができる。



図-4.14 スマートフォン画面・設定項目の内容

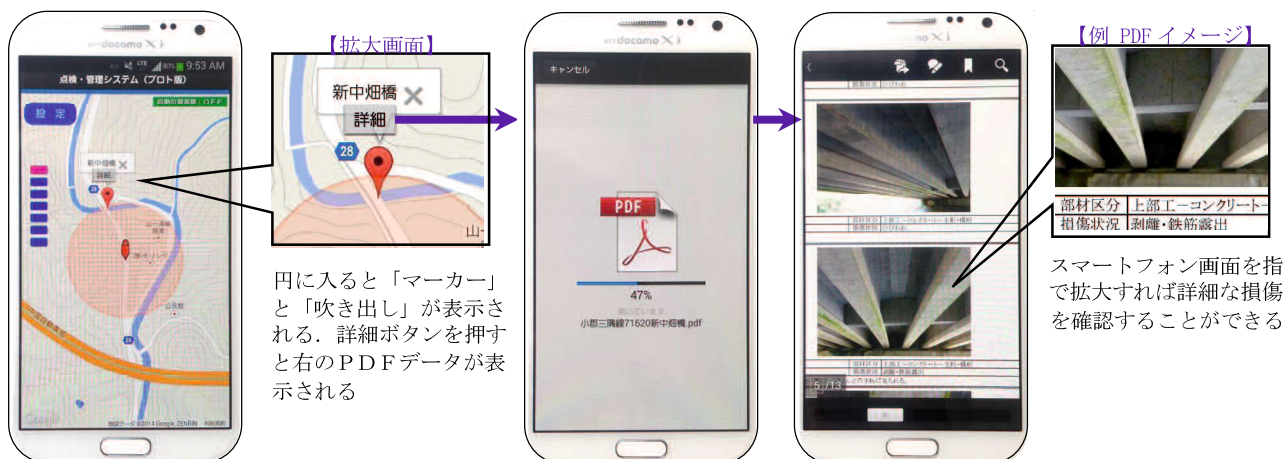


図-4.15 詳細データの表示例

4.4 システムの評価と導入効果

本システムの評価にあたっては、県職員および維持管理受託業者の協力のもと、試験運用の結果から、①音声案内による情報提供の有効性、②県職員からの意見徴集(アンケート調査含む)、③音声案内の開始タイミングの妥当性、④連続橋梁における音声案内の検証の4項目で評価を行った。以下に評価結果を示す。

4.4.1 音声案内による情報提供の有効性

橋梁点検には、一般的に日常点検、定期点検および異常時点検の種別がある。日常点検は、原則として道路の日常巡回を行う際に併せて実施する点検であるが、道路パトロールカーの車内から判断できる範囲で行うため、橋梁損傷の確認可能な範囲は橋面だけである。橋面における着目すべき損傷は、「舗装」、「高欄」、「伸縮装置」であり、橋面損傷からの関連性があると考えられる損傷を図-4.16に整理した。この関連性について、事前に10名の県職員他(A~J)に認識してもらい、音声案内無し状態で車内から30箇所の橋梁損傷度を判定してもらった。その結果、定期点検結果に対する車内判定結果の適合率を算出すると全体で約56%(平均値)が一致した。損傷度ランク別で見ると、aは約76%(平均値)と高いが、bは約30%(平均値)、cは約19%(平均値)と一致する確率が低くなっている(図-4.17)。このことから、関連性は認識するものの実際に橋面からの橋自体の損傷度を判断することは困難であり、どの橋で劣化が進んでいるのか、また進む可能性があるのか、日常点検では重点的に注視することはできない状況にある。しかし、橋梁の損傷状況を音声案内すれば、全ての巡視者が

橋梁の損傷度を把握することができ、これにより車内の判定結果の適合率は100%となる。橋梁の損傷度を適切に把握することができる場合、当初の定期点検から次の定期点検までの5年間において、本システムを利用することにより日常点検での監視を強化することができ、予測劣化曲線に対する急激な劣化進行への対応やそれに伴う修繕費の増大を抑制することが可能となる。また、車内で判断するため、駐停車による確認が不要となり、パトロール時間の制約にも影響がないため、効果的、効率的に巡視できるなど有効性が高くなる。さらに、異常を察知した場合は、橋下での確認が必要となるが本システムを利用することで、その場で瞬時に過去の点検調書の閲覧が行えることから、損傷の進行状況の比較が容易にでき、詳細点検の必要性や損傷状況によっては通行規制の判断を行うなど、迅速な対応も実現可能となる。

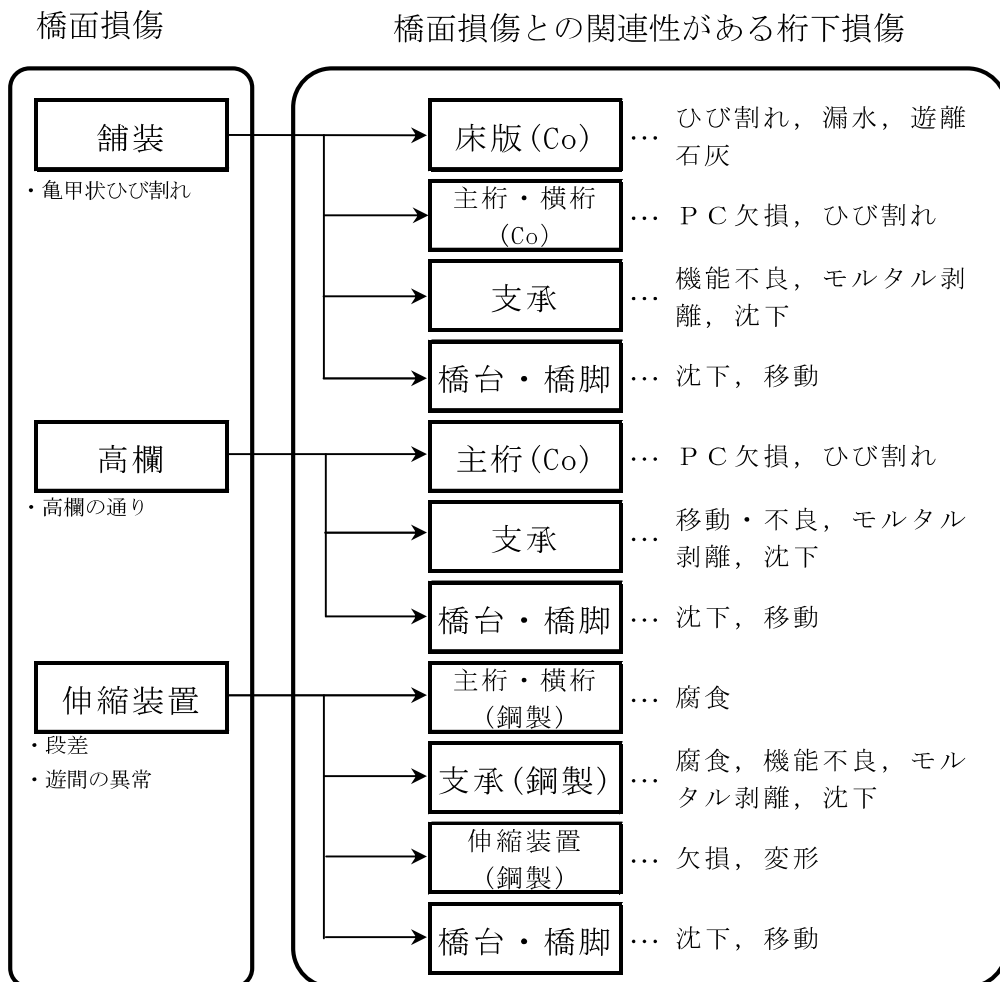


図-4.16 橋面損傷と橋梁損傷度との関連性

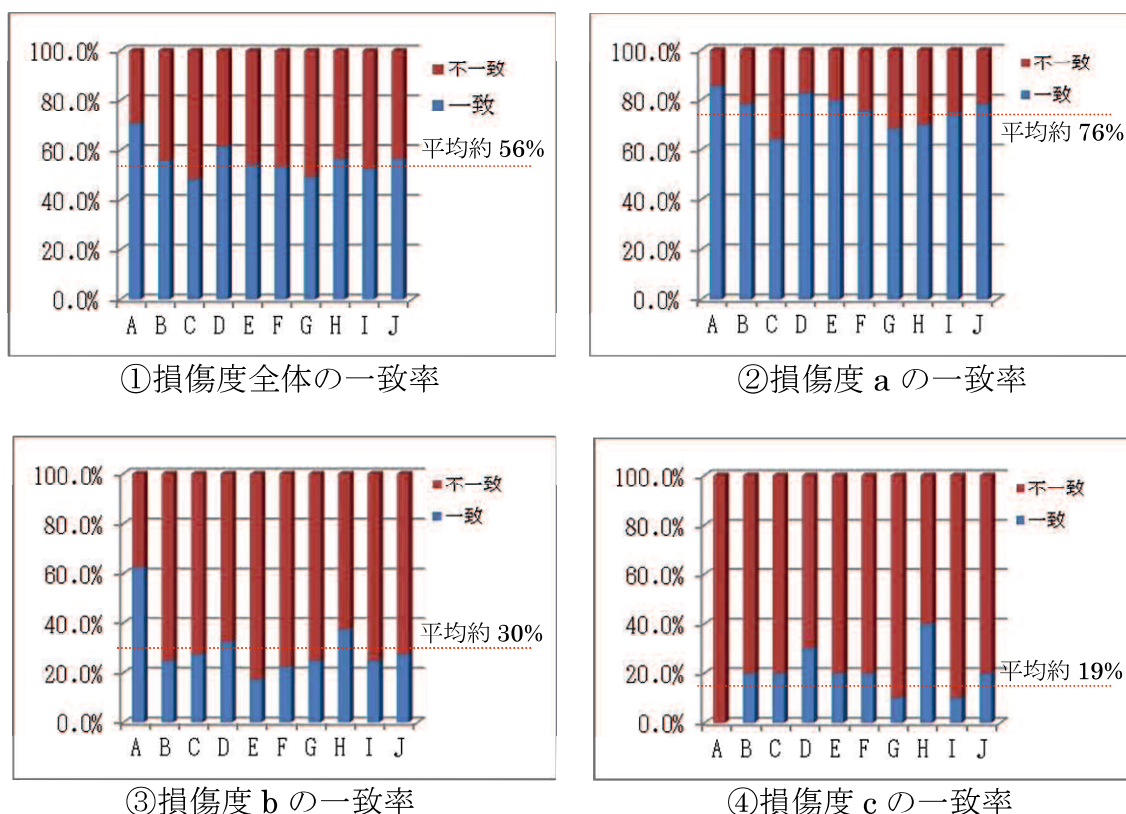


図-4.17 損傷度判定における点検結果と巡視結果との比較

4.4.2 県職員からの意見聴取

本システムを利用した県職員にアンケート調査を行うと共に意見を聴取した。以下に要旨を示す。アンケート調査は県職員 10 名を対象に、システム利用したことによる効果について、次の 5 項目をアンケート調査により取りまとめた。①橋梁の損傷状況等を音声案内することで、巡視意識が向上する効果の有無、②普段感じない異常な揺れや異常な音などに対して、違和感を意識する効果の有無、③「損傷区分 b と c 両方」を案内すべきか「損傷区分 c のみ」を案内すべきかの妥当性、④音声案内の開始タイミングを橋梁の 300m 手前とする妥当性、⑤容易に既点検調書が閲覧(PDF)可能となり、簡易点検が迅速、かつ適正に実施できるなどの効果の有無である。その結果を図-4.18 に示す。図-4.18 に示す結果では、巡視意識の向上を図れたことは確認できたが、違和感までの意識の向上はしていないとの回答であった。損傷案内の項目は、損傷区分 c のみが 8 割が適性と回答し、音声案内開始のタイミングは 7 割が妥当であるとの回答であった。また、調書の閲覧機能の効果も確認でき、システム開発の仕様も満足していることを確認できた。

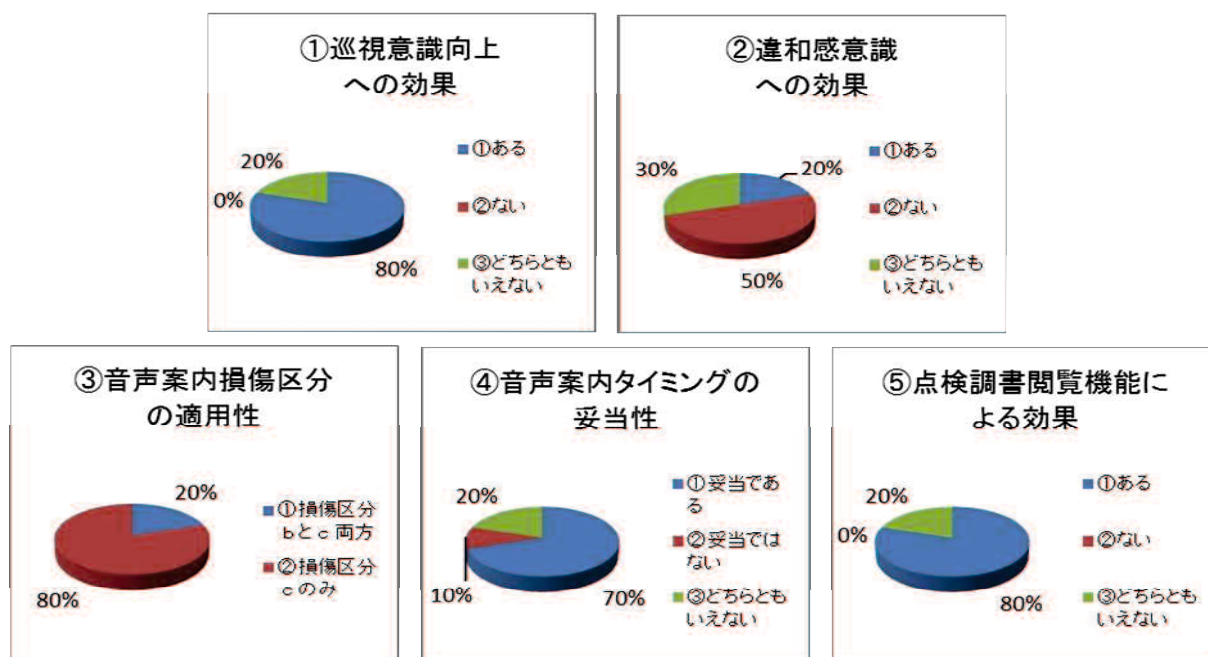


図-4.18 アンケート調査結果

4.4.3 音声案内の開始タイミングの検証

音声案内の開始タイミングの検証について、スマートフォンのGPS測位機能による位置精度が衛星からの電波の受信状態によって位置精度が大きく左右され、Web-GIS上ではあるが静止状態による位置情報の精度は都市部で約30m、山間部で約60mの誤差が生じることが述べられている¹⁾。また、インターネットを介することから、通信速度、周辺環境等による情報応答の遅延も想定されるため、音声案内開始基準(対象検索範囲300m)に対し、どの程度情報が影響を与えるのか検証を行った。検証は、市街地(2橋)と山間部(1橋)の計3橋で行い、速度50km/hで走行し1橋当たり20個のデータを収集した。

音声案内開始基準である橋梁の手前300m地点に対する情報応答の遅延時間を計測するが、遅延の原因として次の2つが想定される。一つは、地物が対象検索範囲300m内でスマートフォン画面上に橋梁のポイントマークが表示されるまでの「位置情報読み込み遅延(図-4.19)」で、スマートフォンとサーバとの通信およびGPSの計測誤差により発生する遅延である。もう一つは、ポイントマークが表示され、次に音声が始まるまでの「音声データ読み込み遅延(図-4.20)」で、サーバから音声ファイルをダウンロードする際に時間を要するために発生する遅延である。遅延部分の計測は、運転者・計測者の2名で行い、運転者は速度50km/hで走行し計測者がスト

アップウォッチを用いて、ダッシュボードに固定されたスマートフォンの画面に表示される情報を確認し計測を行った。図-4.21 に計測区間および遅延による換算距離の概要を示す。位置情報読み込み遅延として、時間計測①とし、音声データ読み込み遅延として時間計測②とする。速度 50km/h に対する時間を距離に換算したものが、遅延①、②として算出した。その結果、位置情報読み込み誤差と音声読み込み誤差を合わせたものを全体誤差とし、誤差平均で表すと市街地では 104.2m(図-4.22)と 102.3m(図-4.23)になり、山間部では 68.1m(図-4.24)遅延する結果となった。市街地と山間部で遅延誤差に違いがみられたが、遅延の原因は、測位誤差およびスループットやパケットのつまりが原因であると推察される。



図-4.19 位置情報読み込み遅延



図-4.20 音声データ読み込み遅延

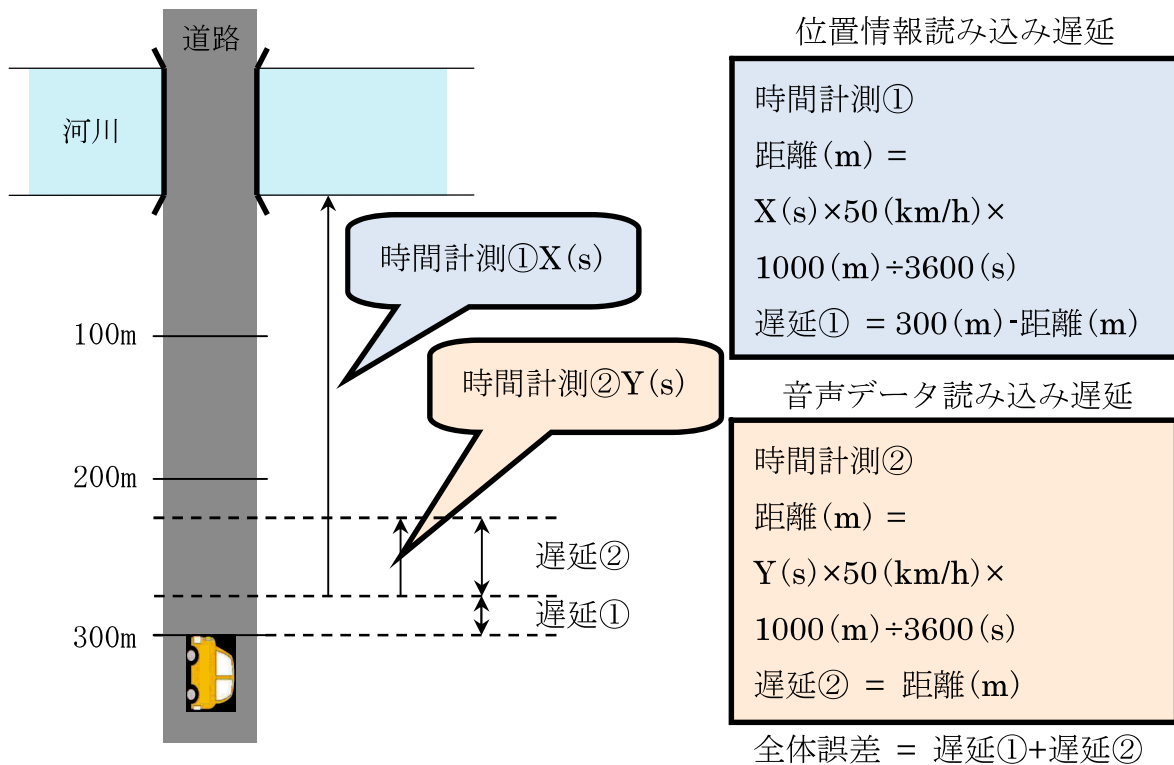


図-4.21 計測区間および算出方法

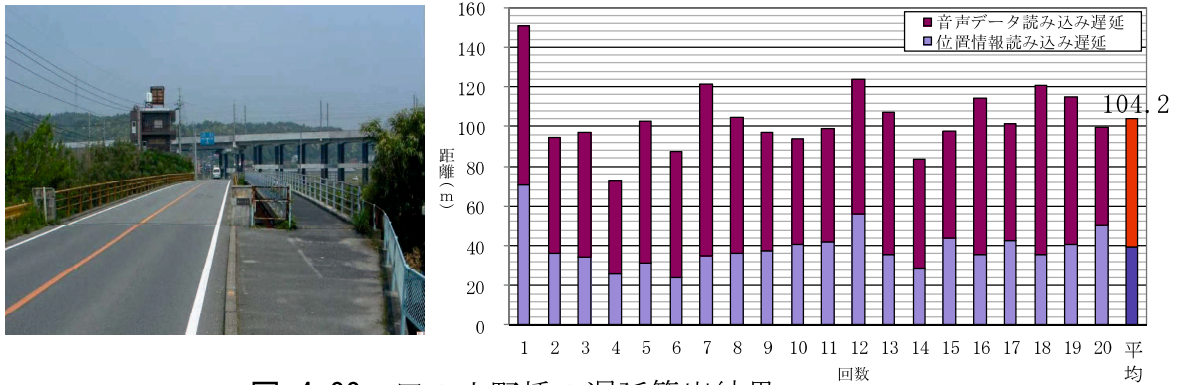


図-4.22 田の小野橋の遅延算出結果

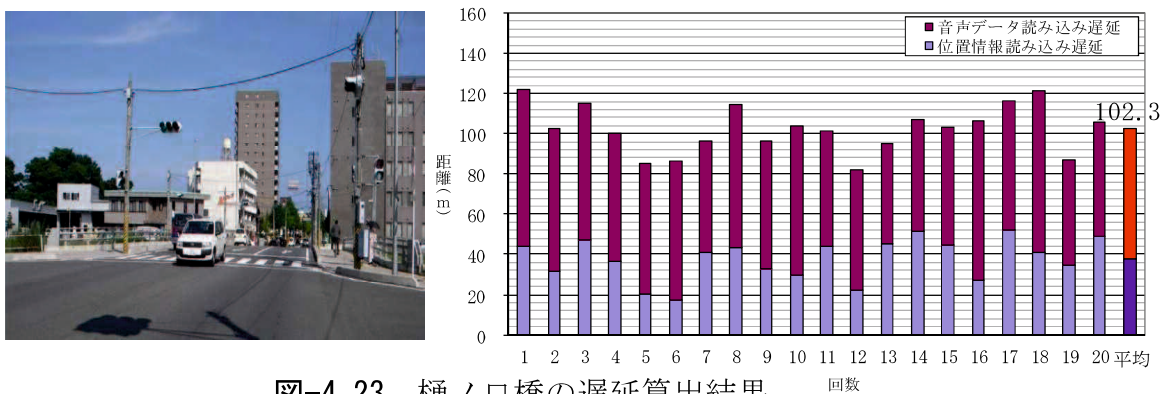


図-4.23 樋ノ口橋の遅延算出結果

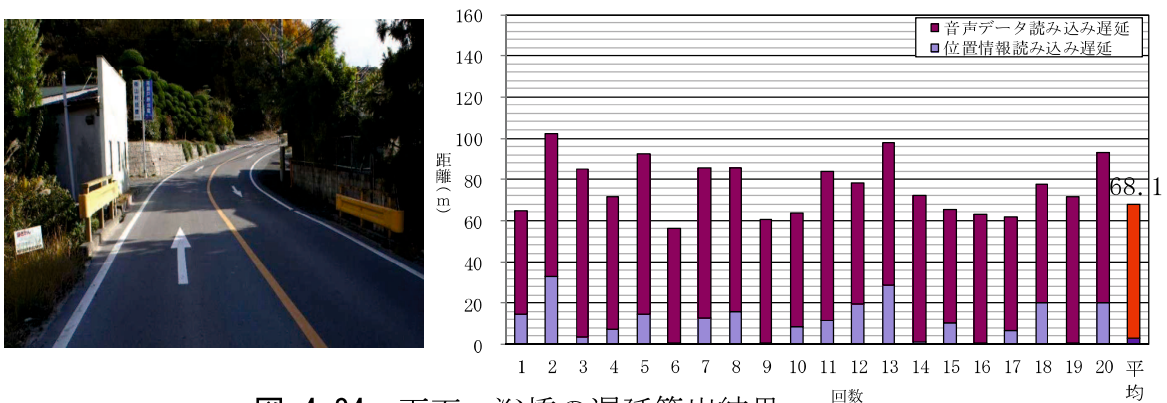


図-4.24 下石ヶ浴橋の遅延算出結果

4.4.4 連続橋梁における音声案内の検証

次に、本システムの音声案内開始基準を橋梁の手前 300m としているが、300m 以内に複数の橋梁が連続した場合において、適切に音声案内が行われるのか確認した。

図-4.25 に示すように、最初に橋梁の手前 300m の橋梁①の音声案内が開始され、橋梁①の手前で音声案内が終了し、引き続き橋梁②の音声案内が開始された。その結果、橋梁②の損傷状況が橋梁①上で音声案内が開始されることとなり、橋梁②の手前

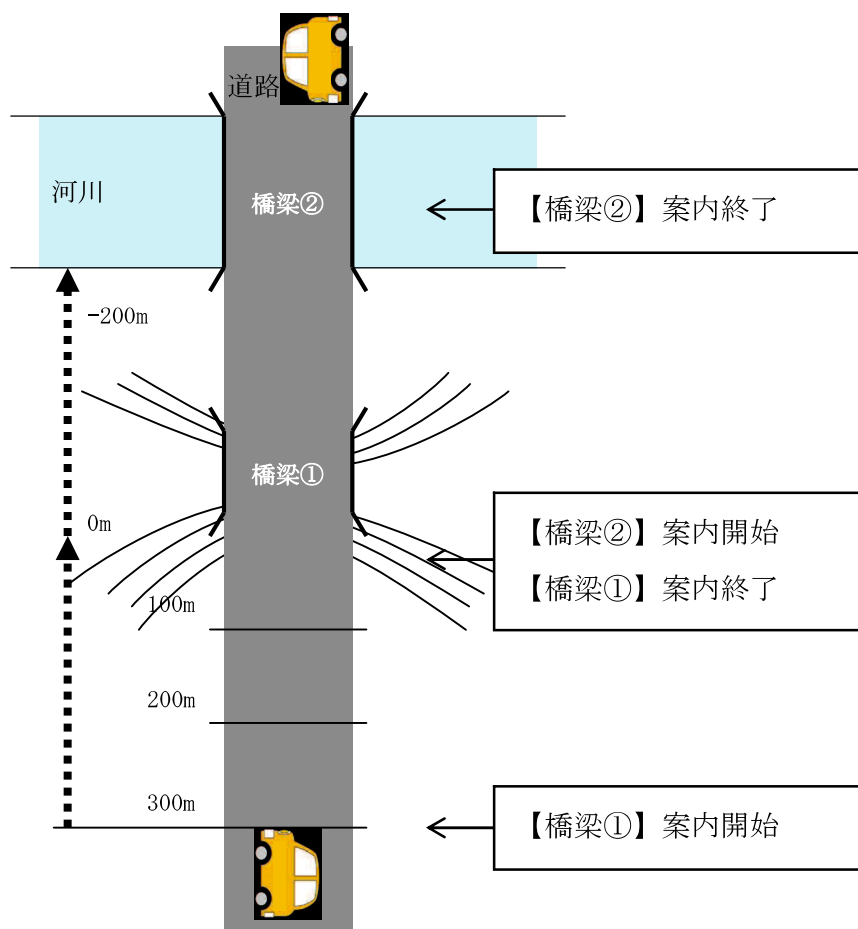


図-4.25 連続橋梁における音声案内

で案内が終了するのではなく、橋梁②上、または通過後に音声案内されてしまう結果となった。そのため、橋梁①上で橋梁②の損傷状況の音声案内を聴くこととなり、橋梁①の損傷状況と混同するため、注視力の意識を阻害されることが懸念された。

4.4.5 考察

本システムの試験運用の結果、本システムを利用することにより日常点検での監視を強化することができ、5年に1度の定期点検を待たずに急速な劣化進行が見られた場合、即座に予防保全的な対応が可能となり、効果的、効率的な日常点検を行うことができた。

また、本システムを利用した県職員の意見を集計した結果、約8割が巡視意識の向上への効果があるとの回答であった。一方で、情報内容の充実や災害時に早期対応を図るためのリアルタイムな音声案内を行うこと等についてのシステム改良要望もあ

った。

音声案内の開始タイミングの妥当性は、音声案内開始基準を橋梁の手前 300m で検証した結果、最大で 100m ほどの遅延があった。このため、本システムで対象検索範囲を 300m に設定した場合、約 200m 手前から音声案内が開始されることになる。そこで対象検索範囲を 300m 圏内から 400m 圏内に設定を変更することで、300m 手前からの音声を開始させることが可能になるが、対象検索範囲を広げると走行している路線ではない箇所のポイントに反応してしまう可能性がある。そのため、対象検索範囲を広げるのではなく、音声時間をできるだけ短くすることで遅延が生じた場合でも対処できるのではないかと考えた。さらに、-4.10 から分かるように、パターン 3 が 20 秒以内の割合が高く、また 10 秒以内の割合は、パターン 2 で約 40%、パターン 3 では約 55%である。パターン 3 は、パターン 2 より音声時間が短い割合が高いため、音声案内開始が遅延してしまう場合であっても、橋梁の手前で音声案内が完了する確率が高い。以上のことから、本システムにおける音声案内項目は、パターン 3 の「損傷区分 c とその損傷状況」を音声案内することが最適であることがわかった。

連続橋梁における音声案内は、前述で示したように橋梁②に対し適正に音声案内されない結果であったが、橋梁①を上り路線で把握した場合、下り路線において橋梁②を橋梁の手前 300m で音声案内が開始されることとなるため、往復走行することにより通常通り損傷状況を把握できる。

4.4.6 導入効果

本システムの試験運用結果から、導入効果について表-4.4 のように取りまとめた。今回は、日常点検において橋梁点検調書データを基に劣化が著しく悪い損傷度 c のみを音声案内した。これにより、従前の日常点検では認識できなかった橋梁の損傷状況を巡視しながら把握することができ、その結果、橋面状況を集中して重点的に注視することができた。また、-4.26 に示す日常点検のフローから、変状を確認した場合は、赤線ルートで示すようにインターネットを介して、データベースにアクセスすることができるため、橋下で前回の橋梁点検調書と簡単に比較することができ、損傷の劣化進行を確認することができた。さらに、地震時などに行われる異常時点検の場合、前回の点検調書の紙での持ち出しが不要となり、迅速な点検が可能となった。これにより、有用な蓄積データが十分に活用され、より効果的、効率的に維持管理を行うことができた。

表-4.4 システム開発後の日常点検の概要と効果

項目	内容	効果	
現場	①日常点検	道路の日常巡回を行う際に併せて実施する点検であるが、パトロールカーの車内から判断できる範囲で実施	—
	②異常発生	橋梁異常を確認した場合は、簡易的に点検を実施	—
	③履歴情報	インターネットを介し、前回の定期点検状況を確認	情報入手が容易にでき、迅速に状況把握・報告・対応が可能
	④状況確認	橋梁の劣化進行や新規損傷などを確認	
	⑤対応・報告	損傷写真などの状況を所定のサーバに送付。その状況を把握しながら報告	
事務所	⑥データ整理・登録	⑤の作業を行うことで、事務所での作業が不要	事務所での作業の簡略化
	⑦情報共有(データベース)	日常点検・定期点検などの情報を一元管理	
	⑧閲覧(事務所)	日常点検・定期点検の調書などを閲覧	—

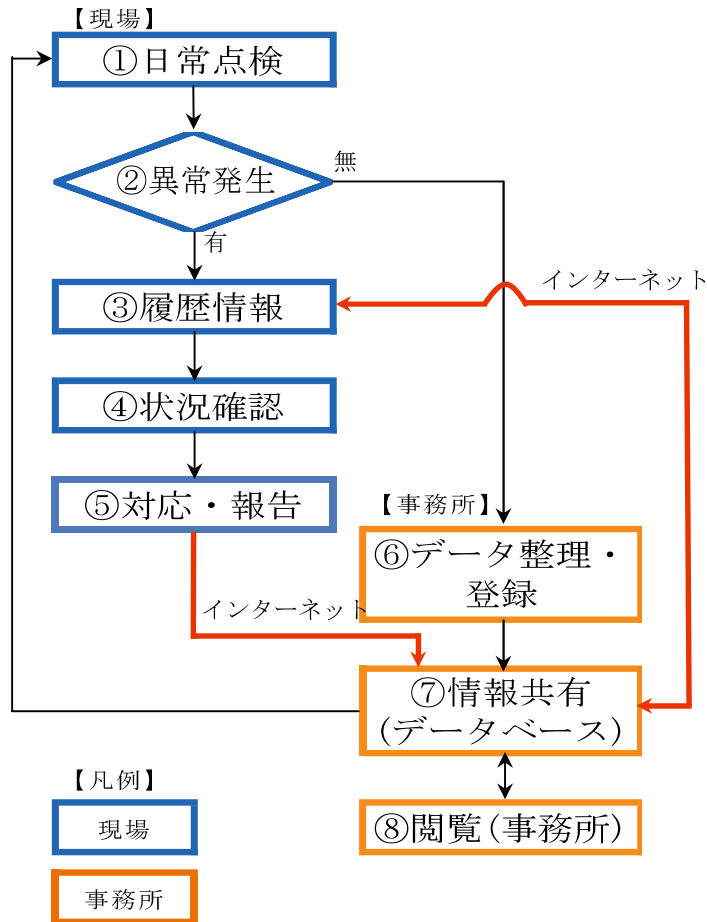


図-4.26 システム開発後の日常点検の流れ

4.5 第4章のまとめと課題

第4章では、スマートフォンを使用し、巡視しながらカーナビのように施設損傷状況を音声で案内する「道路施設損傷音声案内システム」の開発を行った。本システムを使用することにより、台帳記載情報および蓄積された点検情報等を現地でリアルタイムに把握することができる。また、音声案内することで巡視員の巡視意識が向上し、今後急増する橋梁など老朽化施設に対して異常現象の早期発見・早期対策に繋がる事が期待でき、より高度な維持管理業務を遂行することが可能となる。

主な課題として、GPS 保有の位置情報の精度であった。検証した結果、スマートフォンが保有する GPS 測位の位置情報の誤差とデータ送受信における通信時間を検討した結果、300mを標準として音声案内することで設定した。巡視パトロール中、標準設定で音声案内のタイミングがずれるなど適正に案内しない可能性もあるが、停車することにより確認可能であるとした。

参考文献

- 1) 山根 智, 安村成史, 吉武俊章, 宮本文穂: 高機能携帯電話を活用した道路施設損傷音声案内システムの開発と実証, 土木学会論文集 F3(修正後再投稿中)
- 2) 山根 智, 安村成史, 宮本文穂: 高機能携帯電話を活用した「道路施設損傷音声案内システム」と「現地調査用アプリケーションシステム(プロトタイプ版)」の開発, 山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成25年度成果報告書, pp.95-113, 2015.8
- 3) 大門樹 他, 車載情報機器搭載時における運転者の特性に関する研究 人間工学, vol.29, no.3, pp157-165, 1993.
- 4) 麻生勤 他, 地図ナビとT B Tナビの有効性比較研究, 自動車研究, vol.22, no.2, 99.82-85, 2000.
- 5) 山口県土木建築部道路整備課: 山口県橋梁長寿命化修繕計画(案)~2014.3.
- 6) HyperText Markup Language(ハイパーテキスト マークアップ ランゲージ)
- 7) 吉武俊章, 溝部和広, 安村成史, 宮本文穂: 走行映像と車内走行音および車両振動を用いた舗装路面簡易評価システムの開発,土木学会論文 F4(建設マネジメント), Vol.69, No.1,12-31,2013.

第5章

開発したシステムの実用性検証

本章では、開発したGPS携帯電話とweb-GISを活用した「道路施設維持管理支援システム」と高機能携帯電話の位置情報機能と音声機能を活用した「道路施設損傷音声案内システム」の2つのシステムについて、その実用性を検証した^{1)~6)}。

5.1 道路施設維持管理支援システムの実用性検証

5.1.1 道路施設損傷の情報提供

一例として、写真-5.1に示すような位置情報と道路施設の損傷状況が提供されるため、電話確認の際に前述の「山口県の道路施設維持管理業務フロー」（図-3.20左側参照）で示したステップ2.の位置特定のやり取りが不要となり、素早くどのような対応を行うのか委託業者へ指示を出すことができる。それに伴い委託業者も迅速に対応し、安全性の確保がより早く図ることができる。

また、昨年2010(H22)年7月中旬の集中豪雨により、道路法面が崩壊して土砂が道路を塞いだ道路災害の情報も提供された(写真-5.2の上)。このような情報により、発生位置、災害規模、交通規制、復旧方針など一連の作業が効率的に行われ、また情報の共有化が図られたため、迅速な対応が可能となり、被災後、翌日には交通解放(仮復旧)することができた(写真-5.2の下)。

さらに、2013年(H25)7月28日の梅雨前線豪雨により、山口市・萩市北部で、広

範囲における洪水被害や道路崩壊などの甚大な被害をもたらした。その際、情報提供された国道315号道路崩壊状況が図-5.1である。

国道315号は、山口県の東部を周南市から萩市にかけて縦断する路線の主要幹線道路で、かつ緊急輸送道路であることから迅速な対応が必要であった。情報が提供されたことにより、被災状況が一目で把握することができたため、道路復旧の規模や、必要資材、重機等の準備が迅速に行うことができ、早期の仮復旧を行うことができた。



ガードレール破損



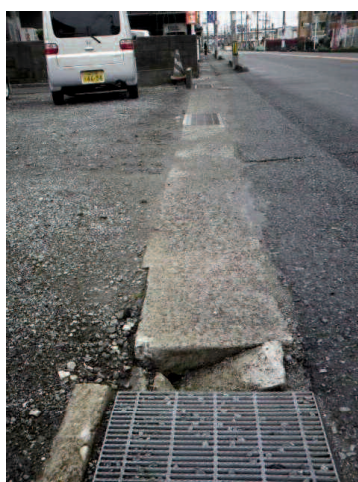
転落防止柵破損



舗装劣化



落石



側溝蓋破損



標識破損

写真-5.1 道路施設損傷の一例



法面被災状況



仮復旧状況

写真-5.2 2010年(H22)7月集中豪雨による道路法面の被災状況

山口県 道路維持管理支援システム

トップページ 道路損傷 災害状況 積雪状況 苦情・要望

戻る 修正する 印刷する 削除

位置図 拡大図

所管	防府土木(山口支所)
終了区分	経過中
登録区分	
発見日時	2013/07/29 12:44:30
件名	315号 大久保
路線名	
場所	山口市阿東徳佐下2208

写真

図-5.1 2013年(H25)7月28日被災の情報提供

5.1.2 冬期路面の情報提供

冬期における積雪や路面状況の情報提供については、事故発生確率の高い箇所などに絞り込み、情報提供を行った。現在、山口県では、10個の定点カメラが設置されており、期間限定で道路利用者に対し積雪状況を提供している(通称：山口県道路情報 道路見えるナビ)。今回、GPS 携帯電話を用いた情報提供は、これと比べてリアルタイム性には少し劣るが、定点カメラ以外の情報として、路面状況(写真-5.3 左側)の補足情報により除雪作業のルート検討などの情報としている有効なものであった。また、事故発生箇所や大雪に伴う車両渋滞箇所(写真-5.3 右側)の位置と現場状況がリアルタイムに把握できたので、通行止め区間や迂回路選定などの検討に役立てることができた。

5.1.3 道路施設維持管理支援システムの利用状況

平成 23 年度から、道路施設維持管理支援システムの試験運用を開始した。現在(2014年10月10日時点)の利用状況を図-5.2示す。

全情報件数は、2,842件であり、内訳として道路損傷は1,265件、災害状況は223件、積雪状況1,073件、苦情・要望281件である。また、システムに登録している職員および維持管理受託業者数は、120人である。登録者は、維持管理業務に従事者を対象として登録を行っている。



写真-5.3 冬期路面の情報提供



図-5.2 道路施設維持管理システムの利用状況

5.1.4 蓄積データを活用した効率的な道路施設維持管理の例

本システムを活用し、道路施設損傷および災害、また住民からの苦情、要望などさまざまな情報が提供され、その対応状況や道路施設損傷状況などのデータの蓄積が行われる。一方、それに伴うデータ量の増大や乱雑な取り扱いなどが予想されるため、適切なデータの整理整頓が必要であり、また災害などの過去の大量の案件から業務の補足情報を取得するなどデータを有効に活用することが重要である⁷⁾。

また、地域の実情や道路特性を踏まえた維持管理を実現させるために、道路損傷状況の位置、規模、頻度の関係データを収集し、蓄積されたデータから次年度における維持管理業務に反映するマネジメントリサイクルを意識した業務改善を行うことが必要である(図-5.3)。そこで、本システムにより蓄積された大量のデータの整理および活用手法について2例を紹介する。

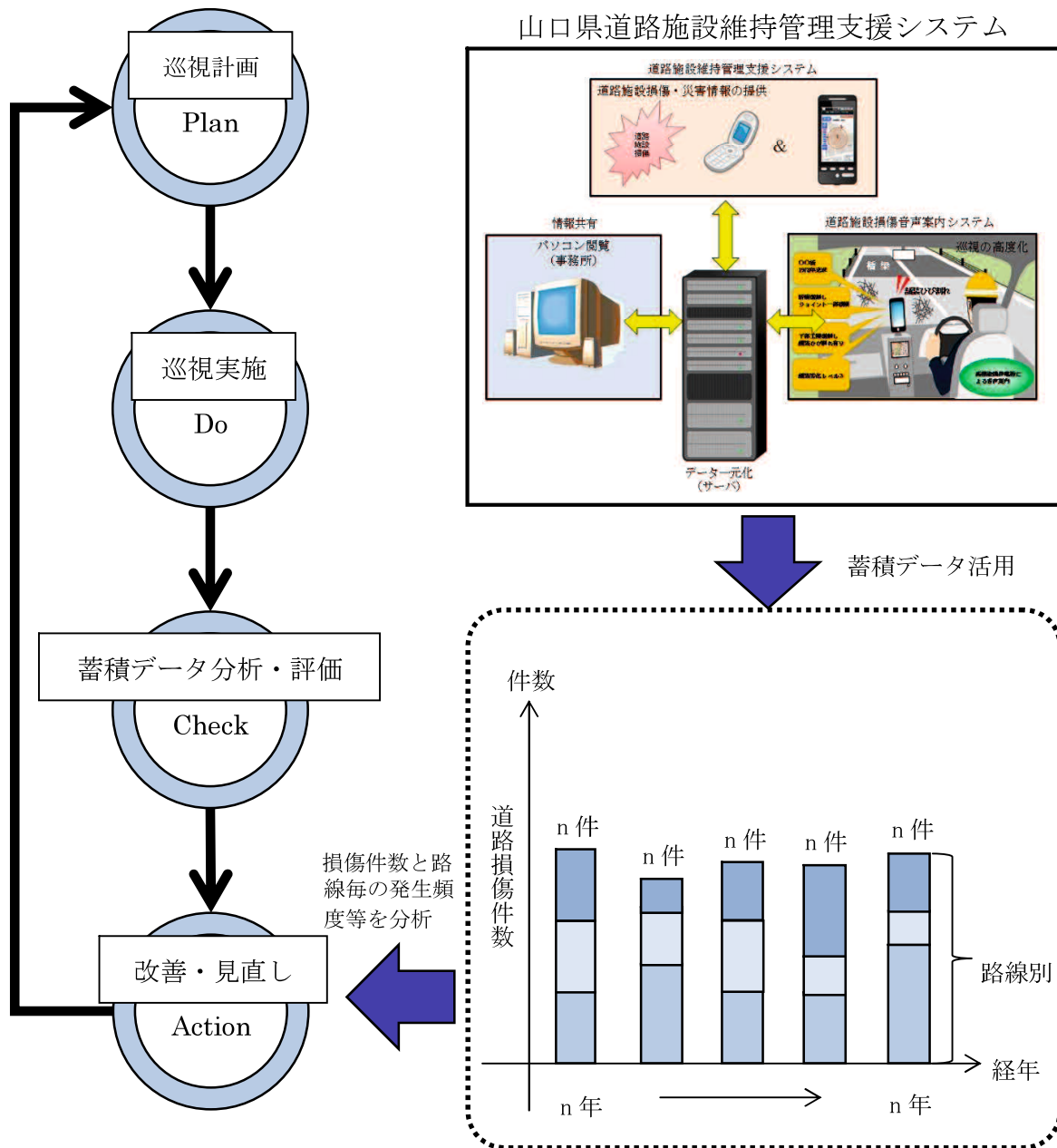


図-5.3 道路施設維持管理におけるマネジメントイメージ

(1) 維持管理におけるハード対策例

自動車事故によるガードレール破損箇所や落石箇所などにおいて、繰り返し発生した箇所の頻度を整理，分析を行う．マップ上の図-5.4のように，過去に発生したガードレール破損箇所群(集合体①)と落石箇所群(集合体②)を「集合体」として地図上で確認することができる．これに基づいて，検索システムを活用し，集合体の内容を確認

認できる発生頻度の一覧表を作成する(表-5.1 参照). それらの内容と発生原因を分析し, 繰り返し行われる事故発生箇所については, 局部線形改良(図-5.5 参照)や安全施設の強化, また落石が多い箇所については, 現地調査し落石防護柵などの設置(図-5.6 参照)を行い, 重大な事故に至る前に対症的措置として対策を講じることができる⁸⁾.

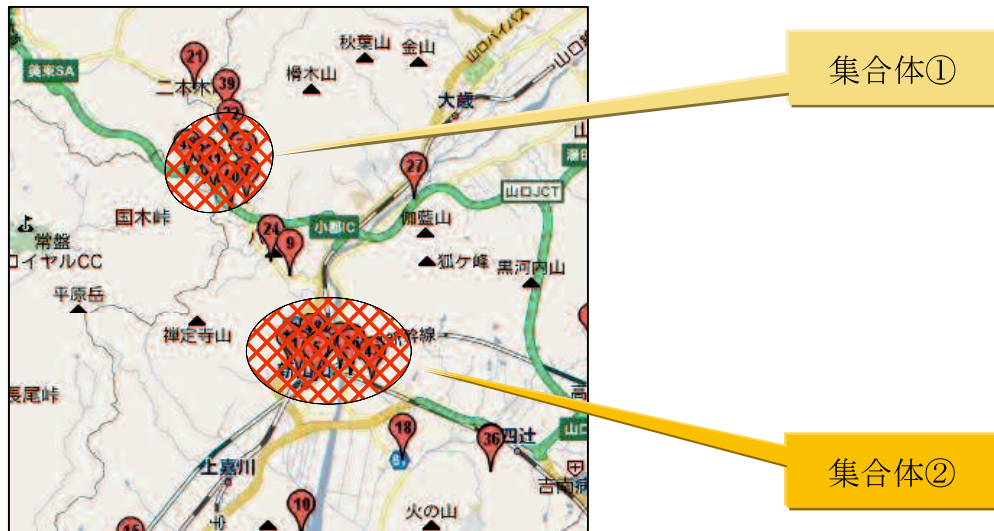


図-5.4 地図上での発生箇所の集合体①, ②

表-5.1 発生頻度一覧

路線名	市町名	場所	日時	損傷分類	集合体	対策工事
主要県道						
●●●線	▲▲市	●●	H21.8.1	ガードレール	1	局部線形改良
		●●	H21.9.2	ガードレール	1	
		●●	H21.11.15	ガードレール	1	
		●●	H21.12.15	ガードレール	1	
		●●	H21.12.23	ガードレール	1	
		●●	H22.1.25	ガードレール	1	
		●●	H22.2.1	ガードレール	1	
一般県道						
■ ■ ■線	▲ ■ 市	●●	H21.6.3	落石	2	落石防護柵設置
		●●	H21.9.2	落石	2	
		●●	H21.11.15	落石	2	
		●●	H21.12.10	落石	2	
		●●	H21.12.18	落石	2	
		●●	H22.1.25	落石	2	
		●●	H22.2.20	落石	2	

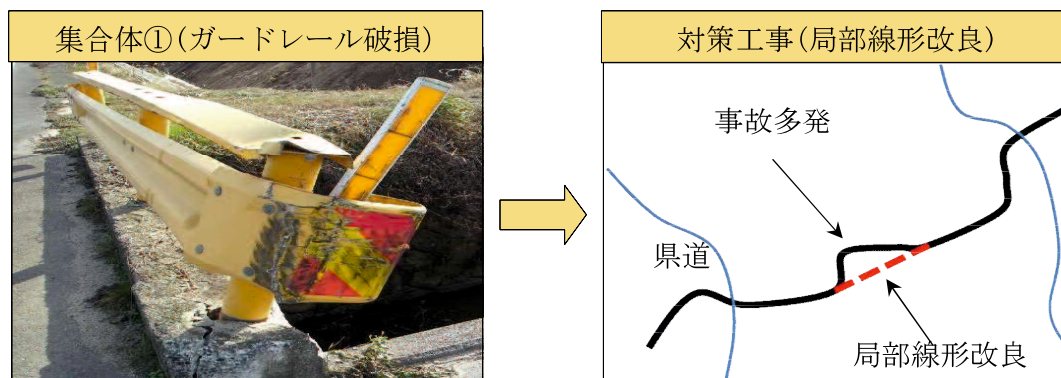


図-5.5 局部線形改良対策例

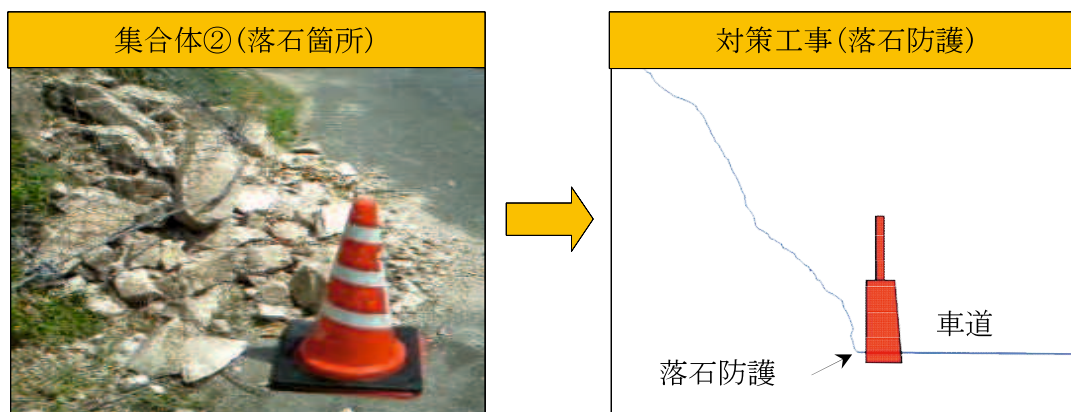


図-5.6 落石防護柵設置対策例

(2) 道路施設維持管理パトロールの効率化

山口県内の道路は国道，主要県道および一般県道ごとに路線が分けられ，各土木建築事務所の管内ごとに，維持管理パトロールの計画を立て効率的に日常巡視が行われている⁹⁾。従来のパトロール計画を踏まえ，蓄積された損傷データを利用することにより，さらに効率的かつ効果的に維持管理パトロールを行うことが可能となる。図-5.7に，道路損傷箇所から各路線における損傷頻度を分析し，効率的な維持管理パトロールルートの再設定を行う流れの検討手順を示す。図-5.7に示す事例では，マップ上で確認できる道路施設損傷箇所(図-5.7の左上参照)をデータ検索システムの活用によって蓄積されたデータを路線区間ごとに，道路損傷が発生している件数を集計する(図-5.7の右上一覧表参照)。この一覧表から，各路線区間における損傷頻度が多い路線，すなわち損傷発生危険度が高く，しかもヒヤリハットも含まれる路線として位置付けられる。これにより，従来の維持管理パトロールルート(図-5.7の左下参照)

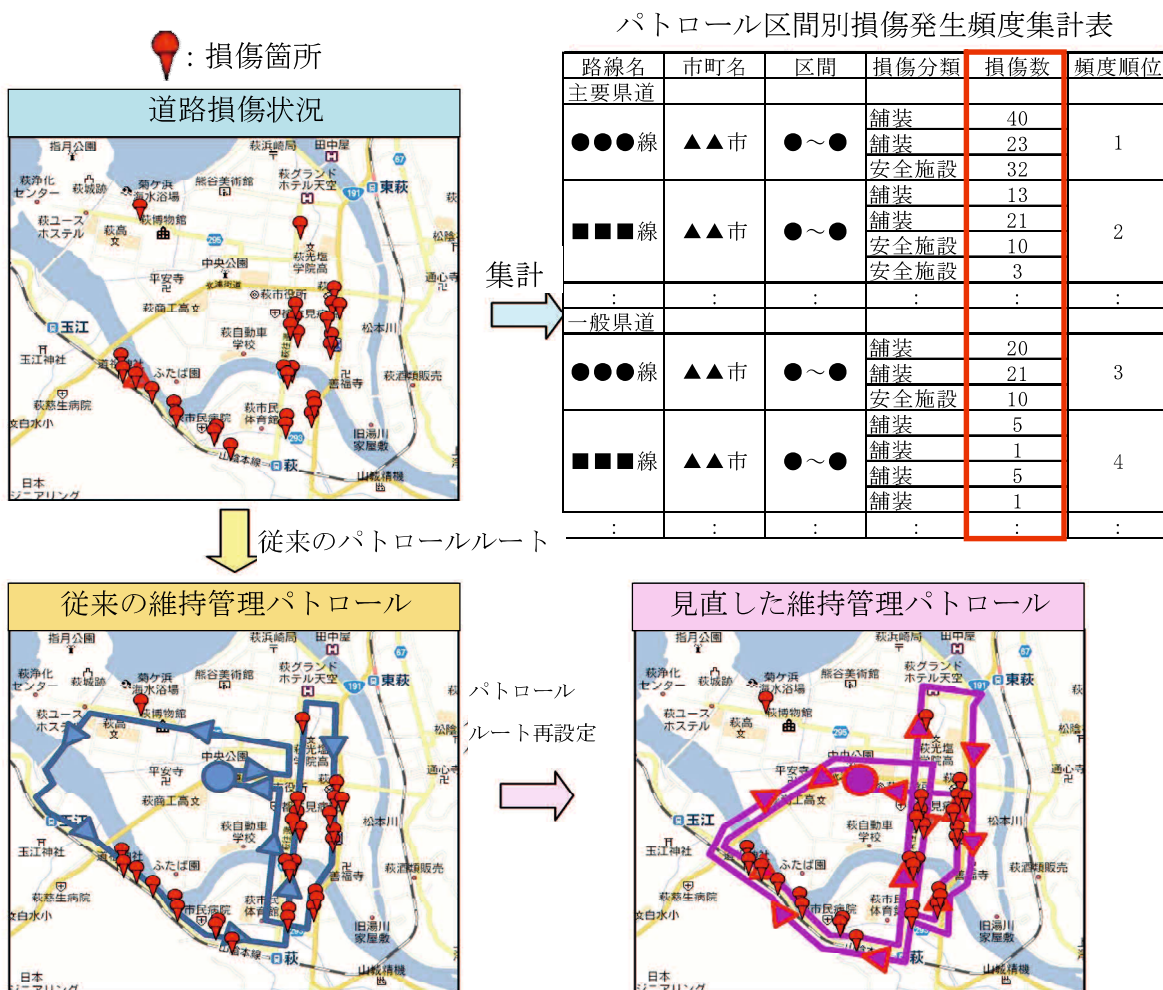


図-5.7 パトロールルート効率化の検討手順

から、各路線の頻度順位を参考に、パトロールルートや路線ごとのパトロール頻度の検討に基づいて再設定する(図-5.7の右下参照)。これにより、効果的なパトロールの実施が行われ、より安全・安心な道路利用の向上を図ることができる。

5.1.5 考察

現在、県内の全土木建築事務所で、道路施設維持管理支援システムが利用されており、利用率は高く、また道路施設損傷の情報や災害情報などの情報収集・共有、そして迅速な対応が行われるなど、効果的にシステムが実運用されていることが分かった。また、蓄積されたデータは、保存されているだけでなく予防保全的な維持管理が遂行できるなど、有効的にデータの活用が図ることができることを実証できた。

5.2 道路施設損傷音声案内システムの実用性検証

音声案内された橋梁において、巡視員が橋梁の挙動、振動などで違和感を覚えた場合、システム機能にある橋梁点検調書閲覧機能を利用した簡易的な橋梁点検の実用性について検証した。

また、道路施設維持管理支援システムにより蓄積されたデータを活用して、道路利用者に対するリアルタイムな注意喚起情報の提供について実用性を検証した。

5.2.1 簡易的な橋梁点検の実施

本システムの試験運用について、防府土木建築事務所(山口支所)が管轄している橋梁データの中から30橋を登録し、県職員他の協力のもと(2名1組)、巡視パトロール(日常点検)の一環として試験を行った。試験運用の方法は車内のダッシュボードにスマートフォンを固定させ、橋梁損傷を音声で案内を行い(図-5.8)、損傷区分cと判定された橋梁や走行中に異常音などで違和感があった橋梁においては、橋下での簡易な点検を実施した(図-5.9)。

図-5.10に示すように、閲覧機能が無い場合は、後日に紙を持ち出し、橋梁点検により損傷が進行していないかどうか、確認することとなり、迅速性に劣り手間を要していた。しかし、橋梁調書閲覧機能を有することで、その場で前回の点検調書と比較し、劣化進行度を把握することができるため、素早く重車両の通行制限や緊急補修などの判断を行うことができる。

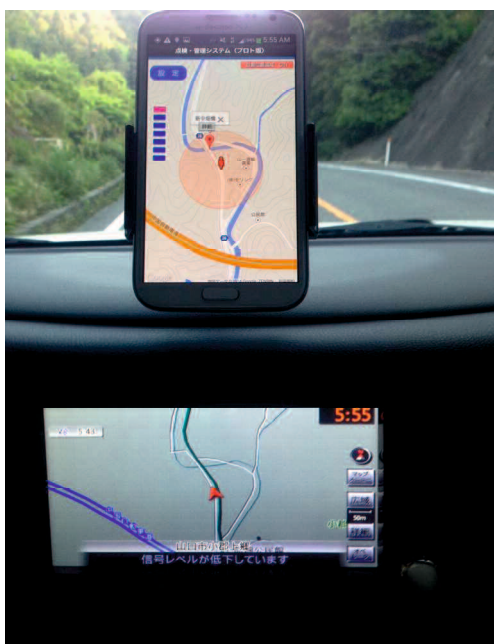


図-5.8 試験運用(音声案内)

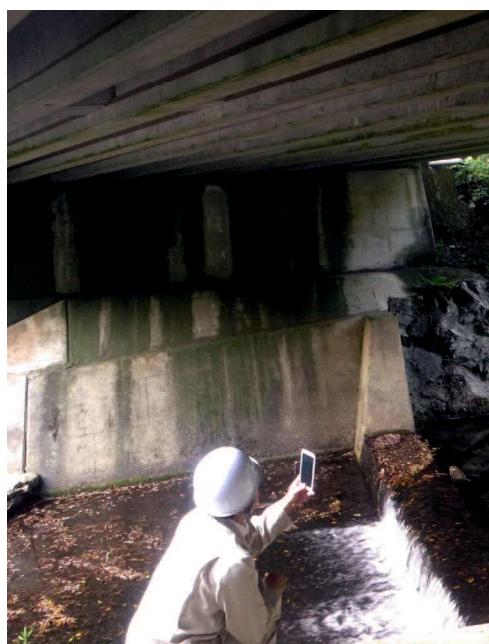


図-5.9 試験運用(橋梁点検)

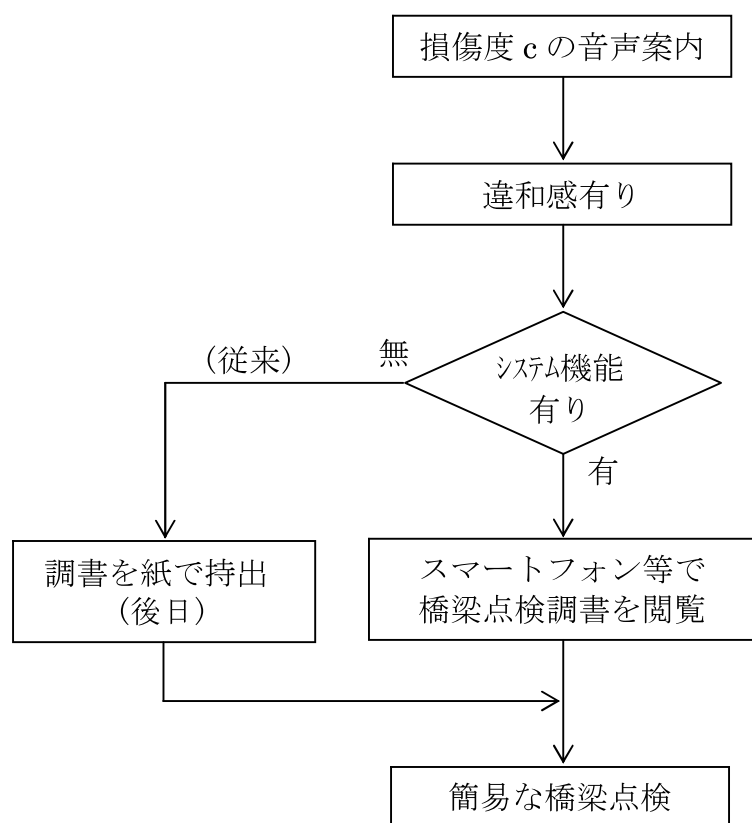


図-5.10 簡易な橋梁点検の実施

5.2.2 リアルタイムな情報提供による注意喚起

道路施設維持管理支援システムの運用により、位置情報と道路施設損傷状況がリアルタイムに把握でき、迅速な対応と情報の共有化が図られている。道路施設維持管理支援システムで蓄積されたデータには、道路施設の劣化状況や事故等によるガードレールの損傷状況および道路への落石状況、また災害状況などがある。これらはすべて道路利用者にとって有用な情報であるため、「位置情報」と「音声案内」を一般公開にすることにより、道路利用者に対し危険な箇所を周知することが可能であり、より安全に道路を利用できるという発展性を有している。道路施設損傷音声案内システムの活用事例を示すと図-5.11 となる。現場から道路施設維持管理支援システムに「ガードレール損傷状況」の情報提供があった場合、それを受けた担当者は、維持管理受託業者に補修を指示し、完了報告を受け対応済としてデータベースに蓄積される。このデータを有効に活用するために、図-5.11 の下に示すように①件名項目と②経緯度項目をデータベースから音声変換に必要な文字と位置情報データを抽出する。その後

文字を音声データに変換し、位置情報データとともに道路施設損傷音声案内システムの所定サーバに登録する。そして、巡視と同様にスマホを車載しシステム利用し走行すると、「この先過去に災害あり」、「この先過去に落石あり」などの注意喚起情報が道路利用者へ提供することができる(図-5.12)。

山口県 道路維持管理支援システム

トップページ 道路損傷 災害状況 積雪状況 苦情・要望

戻る 修正する 印刷する 削除

位置図

拡大図

写真

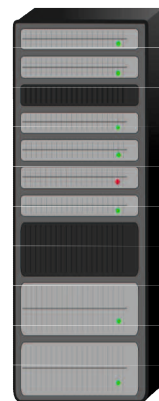
所管	防府土木(山口支所)
終了区分	経過中
登録区分	道路損傷
発見日時	2013/10/16 10:41:56
件名	ガードレール破損(事故)
路線名	一般国道 376号
場所	山口市仁保中郷877
種別	道路
点検	(分類) 安全施設 (内容) ガードレール
状況	荷御橋の親柱及びガードレール破損
措置	応急処置
対応状況	応急復旧済み
対応内容	仮設(ガードレール・三角コーン・保安灯設置)
規制状況	
経緯度	北緯 34.19009705691512 東経 131.5836592178955
登録者	山口支所維持班(機種: DoCoMo-F10A)

項目拡大

所管	防府土木(山口支所)
終了区分	経過中
登録区分	道路損傷
発見日時	2013/10/16 10:41:56
件名	ガードレール破損(事故)
路線名	一般国道 376号
場所	山口市仁保中郷877
種別	道路
点検	(分類) 安全施設 (内容) ガードレール
状況	荷御橋の親柱及びガードレール破損
措置	応急処置
対応状況	応急復旧済み
対応内容	仮設(ガードレール・三角コーン・保安灯設置)
規制状況	
経緯度	北緯 34.19009705691512 東経 131.5836592178955
登録者	山口支所維持班(機種: DoCoMo-F10A)

音声データ
登録

位置情報
登録



道路施設損傷音声案内システム

図-5.11 道路施設維持管理支援システムから道路施設損傷音声案内システムへの登録イメージ

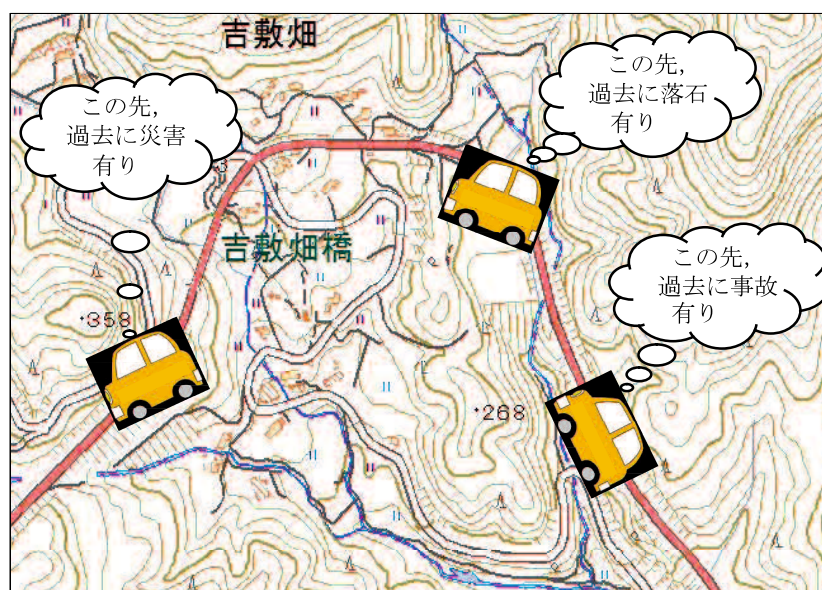


図-5.12 道路利用者への音声案内イメージ

5.2.3 考察

道路施設損傷音声案内システムの運用において、従来の巡視パトロールに加え、橋梁に違和感を覚えた場合は、その場で簡易な点検を行うことができ、その後の作業が迅速に対応することができる。そして、システムの有用なデータを道路利用者へ注意喚起情報を提供することで、さらに安心・安全な道路利用の向上を図ることができる。

5.3 第5章のまとめと課題

第5章では、開発した「道路施設維持管理支援システム」と「道路施設損傷音声案内システム」の実用性を検証した。

道路施設維持管理支援システムについては、県職員および維持管理受託業者の協力のもとで試験運用を行い、ガードレールや標識など道路付属物の損傷状況や落石状況、事故状況、また災害が情報提供され、リアルタイムに状況が把握でき迅速な対応が図られたことが確認できた。また、提供された情報は一元的にデータ管理され、案件情報の進捗状況が把握できるなど、情報共有も図ることができ、実用性の高いことが確認できた。さらに、本システムにより蓄積されたデータを単に履歴として残すのではなく、データを維持管理におけるハード対策の検討や維持管理パトロールの効率化が図れるなど、各対応における蓄積データを有効に活用した手法を提案できた。

道路施設損傷音声案内システムについては、県職員他の協力のもとで試験運用を行い、橋梁の損傷状況を音声で把握することができ、また、橋梁損傷が激しい箇所を発見した場合は、スマートフォンを利用し過去の点検結果の情報をサーバからダウンロードを行い、簡易点検を実施することができた。

道路施設維持管理支援システムとの連携を図り、有用な情報を一般公開することにより、道路利用者へ有用な情報を提供できることを確認した。

以上、両システムの共通課題としては、今後、運用を繰り返すことによって、さらにデータ量が増大し乱雑な取り扱いなどが予想されるため、適切なデータの整理整頓が必要であり、これら大量のデータを有効に活用できるシステム展開が必要である。

参考文献

- 1) 山根 智, 吉村 崇, 宮本文穂: 山口県道路施設維持管理のためのリアルタイム観測・予測システム構築と実証, 土木学会論文集 F3, Vol. 67, No.2, pp.II_1~II-15,2011.
- 2) 山根 智, 吉村 崇: GPS 携帯電話と Web-GIS を活用した 道路維持管理支援システムの導入に伴う基礎的研究, 第61回中国地方技術研究会(国土交通省中国地方整備局), pp.1-6, 2012.7.
- 3) 山根 智, 吉村 崇, 宮本文穂: 安全で安心な社会基盤構築のためのリアルタイム早期観測・予測システムの開発, 社会基盤マネジメントシリーズ, 山口大学大学院理工学研究科安全環境研究センター(RCES), No.14, pp.1-35, 2013.8.
- 4) 山根 智, 安村成史, 宮本文穂: 山口県道路施設維持管理支援システムの開発と実用性検証, 山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成24年度成果報告書, pp.61-70, 2013.8.
- 5) 山根 智, 安村成史, 吉武俊章, 宮本文穂: 高機能携帯電話を活用した道路施設損傷音声案内システムの開発と実証, 土木学会論文集 F3(修正後再投稿中)
- 6) 山根 智, 安村成史, 宮本文穂: 高機能携帯電話を活用した「道路施設損傷音声案内システム」と「現地調査用アプリケーションシステム(プロトタイプ版)」の開発, 山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成25年度成果報告書, pp.95-113, 2015.8
- 7) 蒔苗耕司: 土木における情報の意義と役割, 土木学会論文集 F, Vol.64, No.2, pp148-162,2008.5
- 8) 吉田武: 道路構造物維持管理における対症的維持の意義と改善, 土木学会論文集 F, Vol.66, No.1,pp.208-213, 2010.3
- 9) 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, pp.16-34,2007.2

第6章

結 論

第1章では、研究の背景と目的および研究に至った経緯を述べた。

第2章では、山口県における道路施設の維持管理の現状と課題を整理するとともに、近年の各機関のシステム運用や既往研究で開発されている情報通信技術(ICT)を活用した道路施設の維持管理システムを紹介し、本研究との違いを明確にした。

第3章では、道路施設維持管理支援システムの開発について、位置情報機能を有するGPS携帯電話とWeb-GISを組み合わせたシステムの構成、およびシステムの使用方法や閲覧できる内容、そして、試験運用の結果によるシステムの評価、および導入効果を記述した^{1), 2), 3), 4)}。

第4章では、道路施設損傷音声案内システムの開発について、第3章のシステムで得られた道路施設損傷情報や日常・定期点検で蓄積された有用なデータを収集・抽出し、高機能携帯電話の機能を活用して位置情報と音声を連携させたシステムの構成、およびシステムの使用方法、閲覧できる内容、そして、試験運用結果によるシステムの評価、および導入効果を記述した^{5), 6)}。

第5章では、開発したシステムの実用性の検証について、第3章、第4章に述べたシステムの具体的な活用事例を紹介した。

第6章では、研究の成果と開発したシステムの課題と今後の改善事項を記述した。

6.1 各章のまとめ

「**第1章 序論**」では、本研究の背景と目的を明確化するとともに、山口県の道路施設現況ならびに本研究のターゲットを示した。

「**第2章 山口県における道路維持管理における課題と既往研究**」では、山口県の維持管理予算状況、維持管理体制を紹介し、これらの職務環境下での苦情状況を示し、道路維持管理における課題を明確化した。次に、山口県における道路施設の維持

管理の現状と課題を整理するとともに、近年の各機関のシステム運用や研究開発されている情報通信技術(ICT)を活用した道路施設の維持管理システムを紹介し、本研究との違いを明確にした。これにより、既往研究の利点も踏まえ、山口県の道路維持管理の実情に応じたシステムの開発を行うことができる。

「第3章 道路施設維持管理支援システムの開発」では、GPS 携帯電話の位置情報機能と Web-GIS を活用した道路施設維持管理支援システムの開発を行った。これにより、位置情報と道路施設損傷状況がリアルタイムに把握でき、迅速な対応と情報の共有化が図られ、効率的な維持管理を行うことができ、より安全で安心な社会基盤の構築を図ることができる。システムの試験運用においても、実際に利用した県職員や維持管理受託業者からの意見では実用性のある効果的なシステムであるとした評価を得た。なお、システムの開発にあたり、主な課題である GPS 携帯電話による情報提供の検証を行った。その結果をまとめると以下の通りである。

- 1) GPS 携帯電話における位置情報の誤差については、検証試験でおおよそその誤差を確認することができ、それを踏まえた情報確認が必要であることを認識した。
- 2) 携帯電話で撮影する有効画素数については、鮮明な画像ほどデータ容量が大きくなり、通信費も高く、サーバへの負担も大きいが、道路施設を維持管理する上では、状況と規模がある程度判るものであれば、画素数が少なくても特に問題はない。
- 3) 圏外区間の対応については、QR コードを用いた位置情報の取得方法を紹介した。QR コードの作成、貼付の手間は掛かるが、簡単に安く誰でもできること、また位置情報の取得も GPS 携帯電話により容易にできることから、その有効性を確認できた。

「第4章 道路施設損傷音声案内システムの開発」では、スマートフォンを使用し、巡視しながらカーナビのように施設損傷状況を音声で案内する「道路施設損傷音声案内システム」の開発を行った。本システムを使用することにより、台帳記載情報および蓄積された点検情報等を現地でリアルタイムに把握することができる。また、音声案内することで巡視員の巡視意識が向上し、今後急増する橋梁など老朽化施設に対して異常現象の早期発見・早期対策に繋がることを期待でき、より高度な維持管理業務を遂行することが可能となる。

主な課題として、GPS 保有の位置情報の精度であった。検証した結果、スマートフォンが保有するGPS 測位の位置情報の誤差とデータ送受信における通信時間を検討し

た結果、300mを標準として音声案内することで設定した。巡視パトロール中、標準設定で音声案内のタイミングがずれるなど適正に案内しない可能性もあるが、停車することにより確認可能であるとした。

「第5章 開発したシステムの实用性検証」では、開発した「道路施設維持管理支援システム」と「道路施設損傷音声案内システム」の实用性を検証した。

道路施設維持管理支援システムについては、県職員および維持管理受託業者の協力のもとで試験運用を行い、ガードレールや標識など道路付属物の損傷状況や落石状況、事故状況、また災害が情報提供され、リアルタイムに状況が把握でき迅速な対応が図られたことが確認できた。また、提供された情報は一元的にデータ管理され、案件情報の進捗状況が把握できるなど、情報共有も図ることができ、实用性の高いことが確認できた。さらに、本システムにより蓄積されたデータを単に履歴として残すのではなく、データを維持管理におけるハード対策の検討や維持管理パトロールの効率化が図れるなど、各対応における蓄積データを有効に活用した手法を提案できた。

道路施設損傷音声案内システムについては、県職員他の協力のもとで試験運用を行い、橋梁の損傷状況を音声で把握することができ、また、橋梁損傷が激しい箇所を発見して場合は、スマートフォンを利用し過去の点検結果の情報をサーバからダウンロードを行い、簡易点検を実施することができた。道路施設維持管理支援システムとの連携を図り、有用な情報を一般公開することにより、道路利用者へ有用な情報を提供できることを確認した。

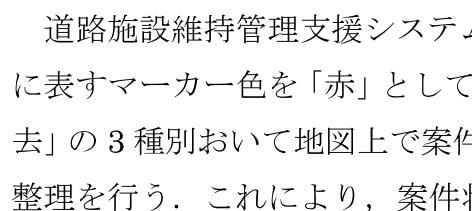
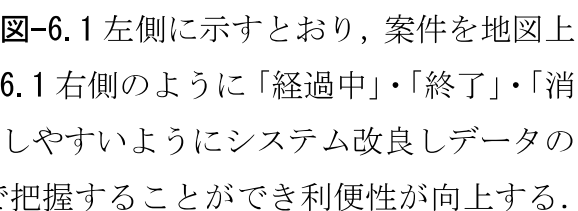
以上、両システムの共通課題としては、今後、運用を繰り返すことによって、さらにデータ量が増大し乱雑な取り扱いなどが予想されるため、適切なデータの整理整頓が必要であり、これら大量のデータを有効に活用できるシステム展開が必要である。

6. 2. 開発したシステムの課題と改善事項

6. 2. 1 蓄積されたデータの管理方法の提案

第5章において、開発した2つのシステムの実用性を確認できた。今後、システムを運用し続けることや新たに点検調書等を登録することなどで、蓄積データが膨大な量となることが予想される。そこで、適正なデータ管理を目的として、今後の蓄積データの管理方法について提案する。

(1) 蓄積データの管理

道路施設維持管理支援システムにおいて、左側に示すとおり、案件を地図上に表すマーカー色を「赤」としていたが、右側のように「経過中」・「終了」・「消去」の3種別において地図上で案件状況を把握しやすいようにシステム改良しデータの整理を行う。これにより、案件状況を一目で把握することができ利便性が向上する。

また、案件が終了したデータは、原則として終了後5年を経過したものは閲覧できないように消去しシステムへの負担を軽減する。なお、消去前に、情報内容を精査し、継続的な表示が必要かどうか判断する。消去後のデータは、パトロールルート検討や予防保全的な維持管理の検討に有効活用できるように、データベースにより管理する。

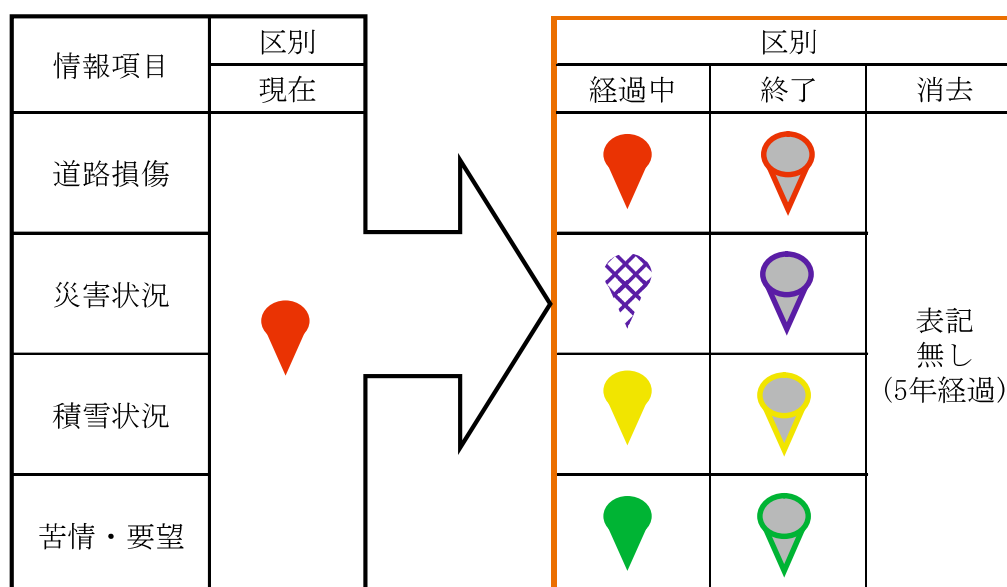


図-6.1 情報項目の区別

(2) 蓄積データのパターン化

道路施設損傷音声案内システムにおいて、道路施設維持管理支援システムにより蓄積されたデータを容易に音声案内データへ反映できるように、情報内容の項目に対し、パターン化したデータ管理を行う必要がある。その一例を図-6.2 に示す。

現場から GPS 携帯電話を利用し情報が送信され、システムでは詳細情報にある「件名」と「状況」の内容が自動的に反映される。システム内における基本的なデータ整理は、道路損傷、災害状況、積雪状況、苦情・要望の4項目で区分されデータ整理が行われているが、音声案内データに必要な内容(件名①)に統一が図られていない状況である。

そこで、図-6.2 の青枠に示すように、現場入力時やシステムの登録時において、件名をパターン化(件名②)し、音声案内データを抽出しやすい環境を保持する。これにより、容易に音声案内データの抽出・自動音声への反映が可能となり、道路管理者や道路利用者への注意喚起情報が適切に提供できる。

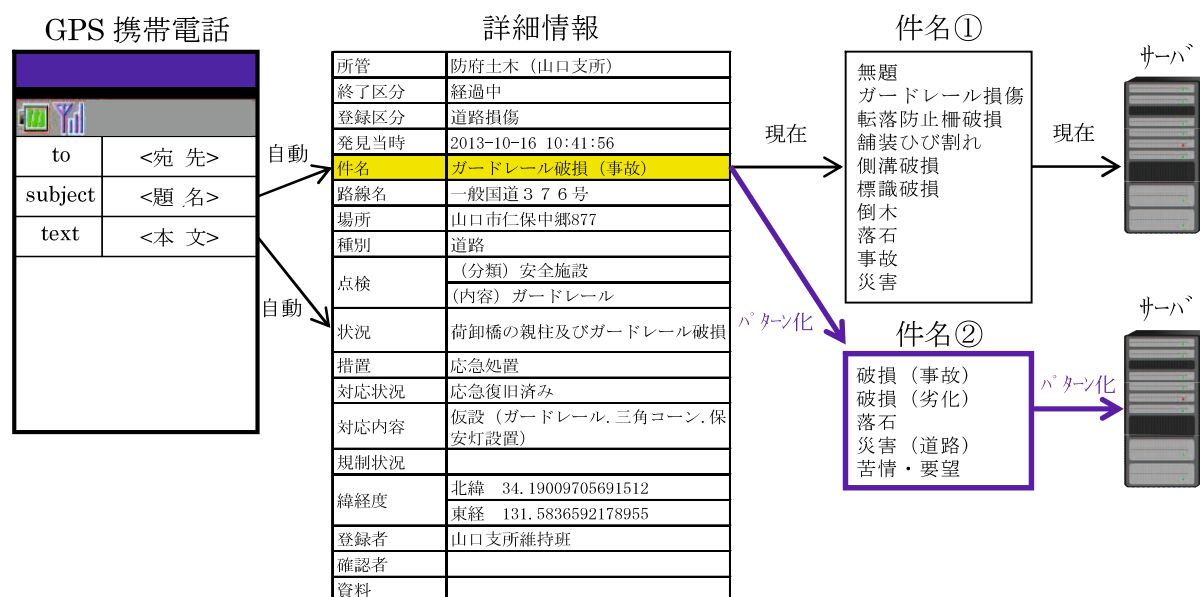


図-6.2 蓄積データのパターン化

6.2.2 大規模災害に備えたシステム利用者の拡充

第3章で述べたように、山口県では、道路施設維持管理支援システムを本格運用している。現在、利用者の多くは県職員の維持管理担当者と維持管理業務の受託業者であり、通常維持管理業務や災害を対象としてシステムを利用している。

近年、山口県において平成21年、平成22年、平成25年と台風や梅雨前線などの異常な自然現象による大規模で広域的な災害が頻繁に発生しており、迅速に災害発生箇所や規模を把握し、第2次災害防止や住民の安心・安全の確保のために早期復旧のための初動対応が重要視されている。

現在、大規模な災害発生時は、被災状況把握や災害箇所調査などの初動対応を行う所属の県職員が不足する場合には、他の所属県職員の応援派遣により対応している。また、その他に東日本大震災を教訓に、震度5以上の地震又は津波などが発生した場合は、応援派遣の職員が不足することも想定されるため、県は平成24年3月15日に(社)山口県測量設計業協会と「大規模災害時における災害対応業務の支援に関する協定」を締結し、早期の情報収集・土木施設の災害復旧活動が円滑に行うことのできる体制を整えている。しかし、これらが非常時に円滑に稼働するように常時から官民との連携を強化しておくことが必要である。

対策の一つとして、リアルタイムの情報提供・情報共有できる道路施設維持管理支援システムの利用を維持管理関係者に限らず、県職員(維持担当者以外)や関係団体への利用拡充を図るとともに、官民におけるシステム利用の研修や連携強化を図るための実働訓練などを実施することが必要である。

6.2.3 道路維持管理用サーバの負荷

(1) データ増大およびアクセス集中への対応

本研究において、道路施設維持管理支援システムおよび道路施設損傷音声案内システムの開発を行った。前述した大規模災害時に利用拡大を行った場合、ユーザ数の増大やアクセスが集中した場合を想定し、サーバ容量などの仕様を検討しなければならない。現在、システム運用のためのサーバは外部サーバを使用している。これは、県庁内行政用サーバを使用することによる他システムへの負担やセキュリティ問題が懸念されるため外部サーバとしている。

サーバに負荷を与える懸念があるデータは、現場から送信される道路施設損傷画像

データである。道路施設維持管理支援システムは、提供される画像データを 3MB 制限でデータ送信することで規制し運用している。しかし、最近ではデジカメのみならずスマートフォン搭載のカメラも 1000 万画素を大きく超えるものなど高画質化が進み、1000 万画素程度のカメラで撮影すると、画像データは約 4MB(メガバイト)もの容量になる。これをそのままメールに添付して送ると、サーバへの負担が懸念され、かつ大規模災害などで、集中して多数ユーザから画像データが送信されれば、サーバの負荷は増大し、システム運用の安定性が懸念される。

対処方法は、ソフト対策としてシステム利用者に対し、携帯電話やスマートフォン端末機側で画像データ容量を縮小する設定を行うことを周知することである。ハード対策としては容量が大きい画像データの提供があった場合、システムで自動制御する対策が考えられる。システム制御については、画像データ容量が大きい場合は、画像データの変換(データ量大→小)をシステムにより自動制御しサーバへの負担を軽減させ、システム利用の安定化を図る。

(2) リアルタイム位置追尾に伴うサーバ不可の増大

道路施設損傷音声案内システムの開発にあたって、Web アプリケーションを採用しているため、HTML5 の Geolocation API を用いて、GPS による位置をリアルタイムで追尾し、ユーザの位置が更新されるごとにサーバに問い合わせている。その頻度は、今回の多い場合で 1 秒間に数回生じている。実運用段階で、同時接続ユーザ数を多くなる場合には、サーバ負荷を軽減する対策を検討する必要がある。

一般に、頻度の高い、短い間隔の問合せによる負荷の対処方法としては、1) Long Polling, 2) HTML5 の WebSocket, の 2 つが挙げられる。WebSocket については、サポートするサーバが Linux 主体であり、Windows では Windows Server 2012 のみに対応している。従って、現時点では Long Polling の方が採用しやすいと考えられる。今回のケースでは、サーバの負荷が増大する原因は、一般的な HTTP の通信方法自体にある。HTTP 通信では、クライアントからの要求に対して、サーバは必ず応答する必要があり、その間はクライアントおよびサーバともに、その通信にリソースを割かれてしまうことにある。すなわち、この往復の通信回数を削減すれば、サーバの負荷は軽減する。

そこで、一つの接続をなるべく長く保持するようにして、クライアントからの要求は常に受け付けるが、その応答結果が単に空のデータの場合は返さず、意味のあるデ

一タの場合のみ応答するようにする。これが、LongPolling による通信方法であり、これにより、往復の通信回数を減らすことができる。今回の場合は、ユーザの現在地付近に、点検箇所等がない場合には、サーバから応答せず、点検箇所等がある場合のみ応答する(その間は一つの接続が保持されている)。これにより、要求一応答の往復回数のかかなりの減少が可能となり、サーバ負荷の軽減が可能となる。

6.2.4 スマートフォン端末機を活用した利便性の向上

道路施設損傷を発見した際に、ガラケー若しくは、スマートフォンを使用して位置情報の取得、損傷状況の撮影などを行い、それらの情報を所定のサーバに送信し、道路施設維持管理支援システムによって、情報の共有化が図られている。しかし、現場での操作手間に時間を要すること、端末機の機種によって操作手順が異なること、また案件を現場で確認する場合、端末機で道路施設維持管理支援システムの PC 版で閲覧・登録するなどの操作性が悪いことといった課題がある。

そこで、スマートフォンの機能特性に着目し、Web アプリケーションを基本としたスマホ版の閲覧画面や操作パネル等の基本設計を行い、システムと連携させた現地調査用アプリケーションの開発を行う必要がある。以降にアプリ開発したプロトタイプ版を示す。

(1) トップ画面(図-6.3)

① : [選択]

選択した登録区分のマーカを地図に表示する。

新着 : 新着情報を表示する。

道路損傷 : 通常パトロールなどによる損傷状況を表示する。

災害状況 : 大雨, 台風等により, 発生した道路災害の状況を表示する。

積雪状況 : 冬期における積雪, 路面状況の情報を表示する。

苦情・要望 : 地元などにより受けた苦情, 要望の情報を表示する。

全て : 全てのデータを表示する。

区分なし : 登録区分が登録されていないデータ(新着も含む)を表示する。

② : [移動]

選択したマーカを移動する。

③ : [現在地]

現在地の地図を表示する。

※スマートフォンの設定で位置情報アクセスを許可にする必要がある。

④：[ログオフ]

ログイン画面に戻る。

⑤：[拡大・縮小]

「+」：地図を拡大する。

「-」：地図を縮小する。

⑥：一覧(地図画面の左側)の展開

» をタップすると一覧画面を表示する。

« をタップすると一覧画面を隠す。

⑦：上部メニュー

» をタップすると上部メニューを隠す。

« をタップすると上部メニューを表示する。



図-6.3 トップ画面

(2) 一覧画面 (図-6.4)

① : 一覧

簡易情報の一覧を新着順に表示する。

件名のリンクか、写真をクリックすると該当するマーカーに地図が移動する。

② : 検索

簡易情報下のをタップすると検索画面が表示される。

各検索条件を設定し、[検索] (③) をタップすると条件に合致した登録情報が一覧に絞り込み表示される。



図-6.4 一覧画面

(3) 詳細画面 (図-6.5)

① 下段の[保存] (①) をタップしてデータを登録する。

② : [保存]
入力したデータを登録する。

③ : [ファイルを選択]
画像を追加する際は、このボタンをタップし、ファイルを選択する。

④ : [追加] (資料)
資料を追加する際は、このボタンをタップしファイルを選択する。
※資料を追加した時、入力したデータも一旦保存する。

所管 岩国土木

終了区分 経過中

登録区分

発見日時 2014/07/18 11:33:17

件名

路線名

道路施設外

場所 山口県山口市滝町10

種別

状況

措置

対応状況

対応内容

規制状況

経緯度 北緯 34.18733950077131 東経 131.467128145475

登録者

確認者

資料 追加 ③

保存 ①

ファイルを選択 ②

自動で設定される

マーカーの位置の住所が自動で設定される

マーカーの位置の座標が自動で設定される

図-6.5 詳細画面

(4)まとめ

スマートフォンの機能特性を有効活用するため、閲覧方法や入力といった操作性の向上を図る目的として道路施設維持管理支援システムのスマホ版(プロトタイプ)を検討した。今後は、実現場において試験運用し、ユーザの意見を取り入れながらシステム改良を行う予定である。

6.2.5 システム運用におけるセキュリティポリシーの確立

近年、IT 技術の高度化とインターネットなどの情報通信ネットワークの発展・拡大により、生活の利便性は高まり、道路管理にかかる情報システムにおいてもその恩恵は大きく、飛躍的かつ有機的な情報のやりとりが可能となっている。

一方、個人情報をはじめとした秘密情報の漏えい、ウイルスや不正アクセスによるシステムへの侵害なども社会問題化するほど、その危機が多種かつ身近なものになってきている。

本研究により道路施設維持管理支援システムを開発し、管理・運用を行っているが、システムが提供する各種情報や業務機能の安定した稼動を継続していくことが必要である。したがって、現場から提供された情報やシステム運営上重要な情報が、滅失・漏えいなどにより重大な影響を及ぼすおそれがあることから、これらの情報資産を様々な脅威から守り適正に管理・保護する情報セキュリティの確保を図ることが不可欠である。

そこで、山口県道路施設維持管理支援システムにおける「情報セキュリティポリシー対策要領(案)」等を作成し、情報セキュリティの確保が必要である。

これにより、システム利用の安全性や安定化の確保を図ることができる。

参考文献

- 1) 山根 智, 吉村 崇, 宮本文穂 : 山口県道路施設維持管理のためのリアルタイム観測・予測システム構築と実証, 土木学会論文集 F3, Vol. 67, No.2, pp.II_1~II-15, 2011.
- 2) 山根 智, 吉村 崇 : GPS 携帯電話と Web-GIS を活用した 道路維持管理支援システムの導入に伴う基礎的研究, 第61回中国地方技術研究会(国土交通省中国地方整備局), pp.1-6, 2012.7.
- 3) 山根 智, 吉村 崇, 宮本文穂 : 安全で安心な社会基盤構築のためのリアルタイム早期観測・予測システムの開発, 社会基盤マネジメントシリーズ, 山口大学大学院理工学研究科安全環境研究センター(RCES), No.14, pp.1-35, 2013.8.
- 4) 山根 智, 安村成史, 宮本文穂 : 山口県道路施設維持管理支援システムの開発と実用性検証, 山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成24年度成果報告書, pp.61-70, 2013.8.
- 5) 山根 智, 安村成史, 吉武俊章, 宮本文穂 : 高機能携帯電話を活用した道路施設損傷音声案内システムの開発と実証, 土木学会論文集 F3(修正後再投稿中)
- 6) 山根 智, 安村成史, 宮本文穂 : 高機能携帯電話を活用した「道路施設損傷音声案内システム」と「現地調査用アプリケーションシステム(プロトタイプ版)」の開発, 山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成25年度成果報告書, pp.95-113, 2015.8

謝辞

本研究の遂行にあたり、まず本研究に取り組むきっかけを与えてくださり、また、懇切丁寧なご指導をいただきました山口大学大学院理工学研究科教授 宮本文穂先生に心から感謝の意を表しますとともに、厚く御礼申し上げます。

宮本先生には、筆者が山口県側の担当者として官学共同研究に携わっていた時期に、本研究に取り組むきっかけを与えていただきました。ときに、実践への想いを情緒的に語ってしまう筆者を、根気強く導き、研究者としてあるべき姿についてもご教授くださったことに対して、重ねて感謝いたします。また、行政が果たすべき役割の重要性や道路行政に携わる職員が専門知識を有することの必要性につきましても、熱心にご指導いただきました。このようなご指導をいただけたことは誠に貴重であり、今後、土木行政に携わる土木技術者として、更なる努力を重ね、山口県の土木行政や県民サービスの向上に寄与してまいりたいと存じます。

また、当時山口県道路整備課所属であった山口県下関土木建築事務所の曾我好則氏、山口県防府土木建築事務所の吉村崇氏には、本研究をスタートさせるチャンスをいただきました。曾我氏には、道路維持管理業務の改善策として、本システムの開発および実用化に向け熱心な協力と数多くのご指導・ご助言をいただきました。吉村氏には、曾我氏とともにシステム開発の理解、ご助言をいただき、そして、山口県内におけるシステムの運用開始に向け、積極的なPRと運用後のアフターフォローもしていただき、安定した運用を図っていただきました。ここに改めて感謝の意を表します。

そして、坂井英夫氏には、システムの基本構想のエンジニアとして中枢を担っていただきました。坂井氏は、システム開発を望むクライアントとの間で話し合い、どのようなシステムを希望するかなどの要件をヒアリングして、その基本設計を行っていただくとともに、設計したシステムの内容を、実際に作る実装部分も担当していただきました。本研究で開発したシステムは、坂井氏の協力なしには生まれなかったものであり、改めて深く感謝の意を表します。

また、本論文をまとめるにあたり、ご多忙な公務中にもかかわらず、吉武俊章氏（前県職員）、山口県道路整備課安村成史氏、山口県宇部土木建築事務所石田純一氏には、有益なご教示をいただきました。吉武氏には、県土木行政の培った経験等における助言、また研究者の立場としての助言の両面から幅広くご指導をいただきました。安村氏には、山口県における道路維持管理業務の現状や課題、そして行政側の有用なデー

タの提供など、本研究の道路維持管理における県全般的な広い視野の役割としてご助言・ご指導をいただきました。石田氏には、先輩博士として論文作成の基礎的指導をいただきました。ここに、厚く御礼申し上げます。

さらに、研究のデータ整理や解析作業をしていただいた当時山口大学大学院宮本研究室修士の山村春樹氏、事務的手続きでお世話になった河内美由紀嬢に深く感謝いたします。

その他、助けていただいた多くの皆様に心から感謝申し上げます。

最後に、亡き父と母に感謝するとともに、筆者を見守り、陰で支え続けてくれた大切な人に心から感謝します。

本論文に関する著者の発表論文

- (1) 山根 智・吉村 崇・宮本文穂：山口県道路施設維持管理のためのリアルタイム観測・予測システム構築と実証，土木学会論文集 F3, Vol. 67, No.2, pp.II_1～II-15,2011.
(本文との関連：第2章、第3章、第5章)
- (2) 山根 智・安村成史・吉武俊章・宮本文穂：高機能携帯電話を活用した道路施設損傷音声案内システムの開発と実証，土木学会論文集 F3,
(本文との関連：第2章、第4章、第5章)
- (3) 山根 智・吉村 崇：GPS 携帯電話と Web-GIS を活用した道路維持管理支援システムの導入に伴う基礎的研究，第 61 回中国地方技術研究会（国土交通省中国地方整備局），pp.1-6, 2010.7.
(本文との関連：第2章、第3章、第5章)
- (4) 山根 智・吉村 崇・宮本文穂：安全で安心な社会基盤構築のためのリアルタイム早期観測・予測システムの開発，社会基盤マネジメントシリーズ，山口大学大学院理工学研究科安全環境研究センター(RCES)，No.14, pp.1-35. 2011.8.
(本文との関連：第2章、第3章、第5章)
- (5) 山根 智・安村成史・宮本文穂：山口県道路施設維持管理支援システムの開発と実用性検証，山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成24年度成果報告書，pp.61-70, 2013.8.
(本文との関連：第2章、第3章、第5章)
- (6) 山根 智・安村成史・宮本文穂：高機能携帯電話を活用した「道路施設損傷音声案内システム」と「現地調査用アプリケーションシステム(プロトタイプ版)」の開発，山口県土木建築部・山口大学工学部土木・建築系学科官学勉強会・官学共同研究平成25年度成果報告書，pp.95-113, 2014.8.
(本文との関連：第2章、第4章、第5章)