

RFID と GIS による道路施設管理支援システムの実証実験と評価

深田 秀実^{†1,†2} 米田 信之^{†1} 阿部 昭博^{†3}

道路橋梁や街路灯などの道路施設を適切に管理するためには、点検データの収集と蓄積が必要不可欠である。これまで、GPS 携帯電話を用いた管理支援システムの研究が行われてきたが、取得する位置情報の精度が低く、道路施設の管理業務には適さないという課題があった。そこで、本研究では、RFID と GIS を用いて道路施設を個別管理し、点検履歴を一元的に管理することが可能な道路施設管理支援システムを提案する。提案する支援システムは、現場での点検作業や補修指示を効率的に行うことができるように配慮し、1) 道路施設に付与する RFID、2) RFID リーダ付き携帯電話、3) RFID と GIS の連携サーバ、4) 統合型 GIS などから構成されている。この支援システムの有効性と実現可能性を検証するため、実験用のシステムを構築し、岩手県盛岡市をフィールドとして実証実験を行った。実証実験の検証やアンケート評価の結果から、これまで明確ではなかった道路施設に対する RFID 付与の有効性範囲を明らかにした。また、行政がシステム導入の際に必要な設計指針や費用試算データを示すことができた。

Field Experiment and Evaluation of Road Facility Management Support Systems by RFID and GIS

HIDEMI FUKADA,^{†1,†2} NOBUYUKI MAITA^{†1}
and AKIHIRO ABE^{†3}

The collection and the accumulation of the check data are important to do the maintenance management in the road facilities such as the road bridges and the street light. There is a research case with the management support system that uses the mobile phone with GPS. However, the accuracy of the location information is low, and it is unsuitable to the administrative task of the road facilities. This research proposes the road facilities management support system that can uniformly manage the check history by individually managing the road facilities by using RFID and GIS. The design goal of the proposed support system is to enable efficient inspections and repair instruction of road facilities, and is comprised of: 1) road facilities enabled with RFID tags,

2) mobile phones with built-in RFID readers, 3) cooperation server to integrate RFID with GIS, and 4) Integrated GIS. The field experiment system is based on the proposed system architecture. Field experimentation of this system was conducted with the Morioka City Office. As a result, the range of effectiveness and feasibility of the road facilities enabled with RFID tags was clarified.

1. はじめに

道路やダムなどといった社会資本の適切な維持管理を行うためには、その基礎資料となる日常の点検や補修のデータ収集・蓄積が重要である。しかし、地方自治体における社会資本管理の実態は、日常点検に必要な台帳が紙のまま電子化されておらず、点検した記録簿も紙ファイルのまま書庫に散在しているという状況で、維持管理のための基礎データの蓄積がほとんどできていないという問題が多く見受けられる。情報システムの導入により、これらの問題を解決に導くことが急務である。

社会資本の中でも道路資産の維持管理に不備があれば、社会活動に与える影響は大きい。道路舗装の維持管理は、ユーザのニーズが多様多様であり、それに対応する技術開発がさかに行われている。しかし、橋梁や標識などの道路施設に対する維持管理は、人的資源に依存して業務を行っている場合が多く、情報システムの導入があまり進んでいない。

道路施設管理に情報システムを導入し、施設の点検や補修履歴をデータベース化できれば、施設の現在状態や劣化データを一元的に管理することが可能になり、基礎データを効率的に蓄積することができる。また、行政の公共施設管理部門にとって大きな労力を必要とする点検補修業務を効率的に行うことができれば、日常業務に時間的余裕を生み出すことができ、道路行政全体のコスト削減につながる可能性がある。

そこで、本研究では、行政の道路管理部門を対象とし、道路施設に付与した RFID (Radio Frequency Identification) と地理情報システム (Geographical Information Systems. 以下、GIS) を用いて、点検や補修の履歴データを一元的に管理することが可能な道路施設管理支援システムを提案する。そして、この提案システムの有効性を検証するため、岩手県盛

†1 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

†2 盛岡市総務部情報企画室
Information System Division, General Affairs Department, Morioka Municipal Office

†3 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

岡市をフィールドとした実証実験を実施し、想定利用者による評価を行った。

以下、本論文では、まず、2章で道路施設管理業務の現状と課題について述べ、3章で RFID と GIS を用いた道路施設管理支援システムについて提案する。4章で、実証実験について説明し、5章で評価結果をまとめる。6章で提案システム導入の実現性を考察し、最後に7章でまとめを述べる。

2. 道路施設管理業務の現状と課題

本論文で用いる道路施設を定義する。一般に、道路は道路舗装、道路構造物、道路付属物の3つで構成される。道路舗装は、アスファルトまたはコンクリートの路面とそれを支える路盤で構成される。道路構造物は、橋梁・トンネル・立体横断施設といった構造物のことを指す。道路付属物は、道路標識・街路灯・視線誘導標・防護柵などの保安施設のことをいう。本研究では、道路構造物と道路付属物を合わせて「道路施設」と呼び、道路施設管理業務を道路施設の点検と補修・修繕を行う業務と定義する。

2.1 先行研究

社会資本の建設は、戦後の高度経済成長期がピークであったが、以降は減少傾向にあり、全体としては施設の老朽化が進んできている。老朽化した施設の維持管理費は、今後、ますます増加することが予想される。そのため、限られた予算や人材を効果的に活用し、全体としてコストを抑制しながら、施設の機能を適正に確保していくことが求められている。

この全体適正化を行う仕組みをアセットマネジメントといい、このうちコンピュータを導入してシステム化したものをアセットマネジメント支援電算システム（以下、AMSCS）と呼んでいる¹⁾。道路付属物を対象とした AMSCS としては、故障リスクを最小にするような最適点検・補修・更新を行う研究²⁾が報告されている。この研究は、全体的な補修・更新計画の最適化を目指すもので、点検や補修に対する情報システムの導入に関しては、データベース技術を用いる程度にとどまっている。

最新の情報技術要素を用いて、土木施設の点検業務を支援するシステムがいくつか開発されている。たとえば、ウェアラブルコンピュータを橋梁の点検に導入する研究³⁾や RFID を用いてダム構内の巡視点検を支援するシステム⁴⁾が提案されている。これらのシステムは、長大橋梁やダム構内という一定の広がりを持つ施設にもかかわらず、位置情報に関するシステムの考慮がほとんどなされていない。

位置情報を用いて道路舗装や道路施設の管理を支援するシステムは、すでにいくつか提案されているが、代表的なものとしては、Abe らによる GPS 携帯電話と ASP (Application

Service Provider) 型地図サービスを組み合わせたグループウェア GLI-BBS がある⁵⁾。このシステムを用いた現場での実践的な取り組みにより、道路管理者である行政と委託事業者間における情報共有の効率化と質向上の検証が行われている⁶⁾。

この検証により明らかになったことは、GPS 携帯電話を用いたシステムの限界である。GPS 携帯電話の位置情報取得は、測定のたびに測位結果が変化し、誤差がある。面的な広がりを持つ道路舗装の補修は、およそその位置が分かれば対応可能である。しかし、道路施設管理業務では、市街地に多数ある道路施設を個別に管理する必要があるため、高精度の位置情報が求められる。GPS 携帯電話では、個別管理に必要な位置精度を得ることができない。

この課題を解決するために注目されるのは、RFID を直接道路施設に付与する方法である。この方法により、道路施設管理の業務現場で必要とする高い精度の位置情報が得られ、これを GIS の基本地図に表示することで、市街地の道路施設管理を支援するシステムを構築できると考える。

PDA (Personal Digital Assistants) を用いて、RFID と GIS の連携を試みた事例⁷⁾がある。この事例では、公共施設の管理業務において、対象とする施設に RFID を設置し、PDA に記録した点検結果を事務所にある GIS の管理データベースに登録するシステムとなっている。しかし、このシステムでは PDA にモバイル通信機能がないため、点検データを現場からリアルタイムに事務所へ送ることができない。もし、点検により不具合が見つかった場合、現場から即時にデータを送ることができれば、緊急に対応が必要かどうかを事務所の責任者が迅速に意思決定できる。補修が必要な場合も、道路施設の破損状況写真や位置情報を現場から事務所へリアルタイムに送ることができれば、補修優先度の判断を迅速に行うことができ、道路保全上の障害を速やかに取り除く可能性が高まる。

また、モバイル通信機能がないことで、現場で必要となった台帳情報などをその場でリアルタイムに得ることができず、1度事務所に戻り台帳を確認する手間が発生するなど、重要な情報の登録・取得まで時間を要してしまう場合がある。この場合、PDA に台帳情報の全体または点検などに必要な部分を入れて持ち歩き、事務所へ戻った後に点検データや台帳の変更事項を事務所の管理データベースと同期させる方法が考えられる。しかし、この方法では、行政が公共施設の管理業務を外部委託した場合、余分な設備経費の発生や受託業者の負担増が懸念される。すなわち、今後、行財政改革が進み、広範囲な管理区域を持つ施設管理業務を外部委託する場合を想定すると、受託した業者は、PDA およびそれをサーバと連携させる機器などを複数準備する必要が生じる。また、社員の平均年齢が高く情報機器に不慣

れな土木分野の地方業者の場合、日本国内ではあまり普及していない PDA を用いると、携帯電話を用いる場合に比較し、安全確保のために必要な片手での操作が容易にできないため、現場で点検する担当者への負担が大きくなる。これらの理由により、外部委託の導入がスムーズに進まないことが危惧される。さらに、RFID リーダ付き携帯電話の試作機がすでに開発されており⁸⁾、国内における携帯電話の普及率を考えれば、将来的には、PDA に比較し、一般に広く普及する可能性がある。

そこで、本研究では、この RFID リーダ付きの携帯電話と GIS に着目した。RFID を用いた道路施設管理支援システムの基礎実験⁹⁾ をふまえ、統合型 GIS の基本地図をベースにして、道路施設に付与した RFID の ID 番号と道路施設の属性データを紐付けすることにより、管理対象を個別識別できるシステムを目指す。また、携帯電話を用いることで、点検データなどを現場から即時に送信することを可能にし、現場と事務所の間で情報共有をリアルタイムに行うことができる道路施設管理支援システムを提案する。

2.2 道路施設管理の現状と課題

2.2.1 道路施設管理業務

道路施設管理業務は、道路管理者である国や地方自治体などの行政により行われている。道路管理者は、道路の適切な維持管理を行うため、道路パトロールを実施している。このパトロールは、行政の道路管理部門が行っており、道路舗装や道路構造物の目視点検や道路付属物の破損を発見・確認し、補修指示を行うことなどを目的としている¹⁰⁾。各道路施設とパトロール内容の対応関係を表 1 にまとめる。

道路舗装の目視点検で異常があれば、すみやかに補修・修繕を行う必要がある。道路構造物の目視点検でも、異常があれば応急補修の指示作業を行うが、橋梁やトンネルなどは耐用年数が長いため、日常の目視点検で異常を発見する頻度は低く、補修指示業務は少ない。道路付属物の補修・修繕は、行政の道路管理部門が現場や台帳を確認し、指示を受けた委託業者により行われている。

道路構造物については、日常的な目視点検とは別に、定期的な詳細点検を行っている。詳細点検は、点検項目が多岐にわたり、施設の物理的構造や装置に対する専門知識が求められる。そのため、行政は、これを専門業者に委託している。

本研究で提案する支援システムは、行政の道路管理部門を利用対象としており、専門業者が行う詳細点検は想定していない。また、面的な広がりを持つ道路舗装については、RFID の付与による管理方法を別に検討する必要があることから、道路舗装の目視点検や補修・修繕業務についても対象外とする。よって、これ以降は、行政の道路管理部門による道路施設

表 1 道路施設と道路パトロール内容
Table 1 Correspondence of road facilities and road patrol.

管理対象	施設名称	パトロールの主な目的
道路構造物	道路橋梁 トンネル 地下歩道 消雪装置 歩道橋 etc.	日常的な目視点検 (行政の道路管理部門が実施)
道路付属物	道路標識 街路灯 視線誘導標 防護柵 区画線 etc.	破損現場の確認、補修指示のための状況把握・情報収集 (現場の補修作業は委託業者が実施)

の目視点検業務および補修指示業務について議論する。

2.2.2 道路施設管理の現状

Abe らは、GPS 携帯電話と ASP 型地図システムを組み合わせ、現場と事務所の情報共有を可能とするシステムを開発した⁵⁾。これを岩手県北上地方振興局が所管する道路管理業務に適用し、その効果を検証している⁶⁾。この取り組みにより、道路パトロールで発見した道路舗装の破損箇所報告については、大幅な改善がなされた。しかし、道路施設の管理台帳が電子化されていないため、現場に必要な情報を即時に入手できないなどの問題が残っていた⁹⁾。管理台帳の電子化が行われていない行政の道路管理部門では、同様の課題をかかえていると考えられる。

そこで、本研究では、同じく道路台帳の電子化が遅れている岩手県盛岡市の道路管理部門を対象として、道路施設管理業務の現状と課題を把握することを目的に、ヒヤリング調査を行った。調査は、2006 年 6 月 29 日および 30 日に実施した。対象者は、道路施設管理を担当している盛岡市道路管理課の担当者 5 名である。

ヒヤリング調査の結果、盛岡市における道路施設管理業務では、道路パトロールを道路管理課の職員が直営で実施していることが分かった。道路構造物に対する目視点検業務の手順を図 1 に示す。また、道路付属物に対する補修指示業務の手順を図 2 に示す。

図に示した手順は盛岡市における業務を図化したものであるが、業務内容は他の行政機関でもほぼ同様であることから、他の道路管理部門でも同様の手順により業務を行っていると考えられる。また、道路パトロールは、管理区域の全体をつねにカバーしているとは限らな

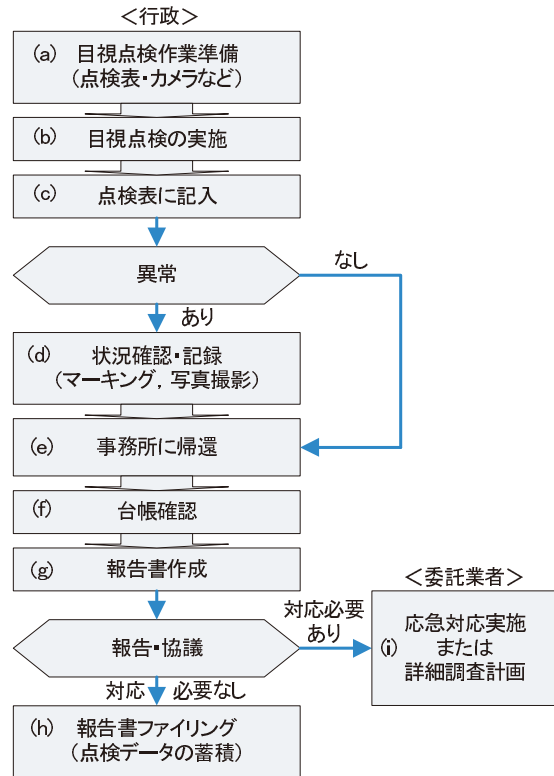


図 1 道路構造物における目視点検業務の手順
Fig. 1 Procedure of inspection work in basic road facilities.

い。そのため、道路付属物破損の発見は、職員によるパトロールだけではなく、住民から寄せられる通報による場合も多い。

2.2.3 道路施設管理の課題

ヒヤリング調査の結果から、盛岡市の道路施設管理業務では、2つの課題があることが分かった。この課題は、文献9)で指摘されている問題点とほぼ同様であり、道路施設管理台帳の電子化が進んでいない行政の共通の課題である可能性が高いと考えられる。

課題 1 道路構造物の目視点検は、点検項目は定まっているものの、実施方法は担当者の経験に依存している。また、点検データを紙の報告書のまま保管しており、保管場所が庁

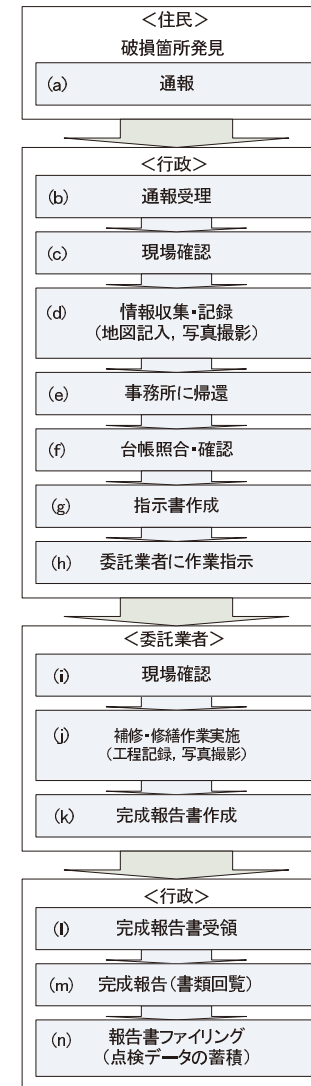


図 2 道路付属物における補修指示業務の手順
Fig. 2 Procedure of repair instruction work in supplemental road facilities.

倉内に散在しているため、一元的な履歴管理ができていない。そのため、点検内容の質が一定せず、点検履歴の蓄積も進まないことから、老朽化が進む道路施設の適切な維持管理を行うための長期計画を効率的に立案することが難しい。

課題 2 道路付属物の補修指示は、道路施設管理台帳が紙ベースで管理されているため、1 度事務所に戻り、台帳を確認する必要があるため、時間を要してしまう。また、紙の管理台帳は、補修・修繕に必要な情報の検索自体に手間がかかり、委託業者への指示にも時間を要している。

3. 道路施設管理支援システムの提案

3.1 システム設計の方針

2.2.3 項で述べた課題 1 および課題 2 を解決することを目的として、道路施設管理業務を支援する情報システムを提案する¹¹⁾。課題 1 に対するアプローチは、RFID と GIS を組み合わせ、点検履歴をデータベース化することで、担当者の経験に依存していた暗黙知を形式知として確立し、長期的な維持管理計画に活用できるようにすることである。課題 2 に対するアプローチは、RFID と GIS を用いて、現場からリアルタイムに道路施設台帳を参照し、点検データや破損状況をデータベースに登録することで、道路施設管理業務の効率化を図ることである。

提案する道路施設管理支援システムのシステム概念図を図 3 に示す。対象とする道路施設に RFID を付与し、RFID リーダ付き携帯電話を用いて、固有 ID 番号を読み取る。この ID 番号をキーとして、現場で道路台帳を参照し、必要な属性情報を得る。また、現場からインターネット経由で点検データや現場写真を統合型 GIS のデータベースに登録する。事務所の道路管理者は、業務用 PC を用いて、データベースに登録された現場の情報を確認し情報共有を図る。また、点検履歴や補修指示情報をデータベースに登録し、情報の一元管理を行う。

3.2 構成要素の機能

図 3 に示した提案システムの各構成要素について、それぞれに求められる機能を以下に述べる。

(1) 道路施設に付与する RFID

RFID を用いて、対象の個別識別を行う。RFID の代わりに 2 次元コードを用いると、風雨などにより劣化したり、人為的に破壊されたりする恐れがある。また、悪意を持った人間に偽造される可能性も否定できない。

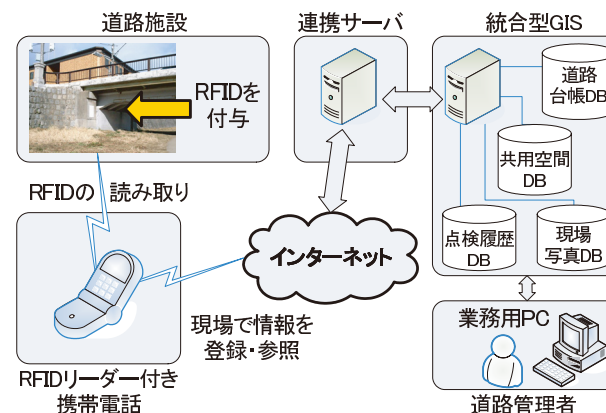


図 3 システム概念図
Fig.3 System concept.

現時点で、屋外にある道路施設に付与する最適な RFID を特定するのは困難ではあるが、RFID 関連の技術開発は日進月歩であり、そのつど、最適な RFID を選定することが望ましい。ただし、道路施設は耐用年数が数十年単位と長期であることから、電池を内蔵するアクティブ型 RFID を採用することは好ましくない。その理由は、電池の寿命が数年程度であるため、施設管理業務に電池交換作業という新たな手間を追加してしまうためである。

パッシブ型 RFID を選定する際の留意点は、RFID を金属に貼り付ける場合、読み取りが難しくなる点である。道路施設は、街路灯の支柱など金属製である場合が多い。RFID を金属に直接貼り付けると、RFID リーダからの磁界が金属内の渦電流に変化し、通信に必要な磁界を打ち消してしまう。対策としては、RFID を貼り付ける際にゴムなどの絶縁体を間に挟む方法や金属対応の RFID を用いることが考えられる。

(2) RFID リーダ付き携帯電話

RFID の読み取りには、RFID リーダ付きの携帯電話を用いる。その理由は、道路パトロールを行う場合、事務所との連絡用携帯電話をそのまま RFID リーダとして用いることができれば、PDA など他の情報機器を追加して携行する必要がないためである。特に、雨天時や冬期の積雪時における道路施設の点検では、2.1 節でも述べたように、転倒防止などの安全確保のため、片手を空けておくことが望ましい。携帯電話のみを用いるのであれば、必要な操作を片手で容易に行うことができる。

(3) 連携サーバ

連携サーバは、RFID の ID 番号と統合型 GIS 上の基本地図に表示される道路施設とをリンクさせる機能を持つ。また、RFID の ID 番号をキーとした認証や ID 番号の管理を行うサーバでもある。RFID 付き携帯電話は、このサーバの RFID 管理データベースを参照し、統合型 GIS に格納されたデータベースにアクセスすることで、ID 番号に紐付けされた道路施設の属性データを検索・閲覧することが可能となる。また、このサーバの RFID 管理情報や RFID アクセスログなどを収集し、運用状況を時空間解析的に分析することで、効率的な点検ルートの設定を行うことや点検漏れ施設の発見につながる可能性もある。

(4) 統合型 GIS

道路管理者が使用する GIS は、行政が標準的に用いる統合型 GIS とする。統合型 GIS の基本地図は、総務省のガイドライン¹²⁾ をもとに構築された共用空間データである。これをベースとした統合型 GIS であれば、大縮尺での地図表示が可能となり、道路施設管理業務に必要な精度の高い地図データを得ることができる。

点検履歴データベースや現場写真データベースには、RFID の ID 番号が主キーとなり、データが登録される。両データベースとも、点検現場から直接データを登録することを可能とする。また、補修の完了結果や完成写真を追加で登録・更新することができ、点検後のフォローアップも可能とする。

(5) 業務用 PC

道路管理者は、事務所内の業務用 PC から行政内部のコンピュータネットワーク経由で、統合型 GIS にアクセスし、点検履歴などの各種データを検索・閲覧し、一元的な情報管理を行う。現在、ほとんどの行政では、職員 1 人 1 台の PC が配備されているため、通常業務で使用している PC で管理・運用できる支援システムとする。本提案システム導入のために、高性能な専用 PC を新たに用意する必要はない。

4. 実証実験

提案した道路施設管理支援システムの有効性と実現可能性を検証するため、実際の道路施設管理業務を対象にして実証実験を行った¹³⁾。実験対象は、盛岡市道路管理課が管理している道路施設の一部である。実験期間は、2006 年 12 月から 2007 年 3 月までの約 4 カ月間である。

4.1 実証実験システムの開発

3.1 節に示したシステム設計をもとに、実証実験に用いるシステムを構築した¹⁴⁾。盛岡市

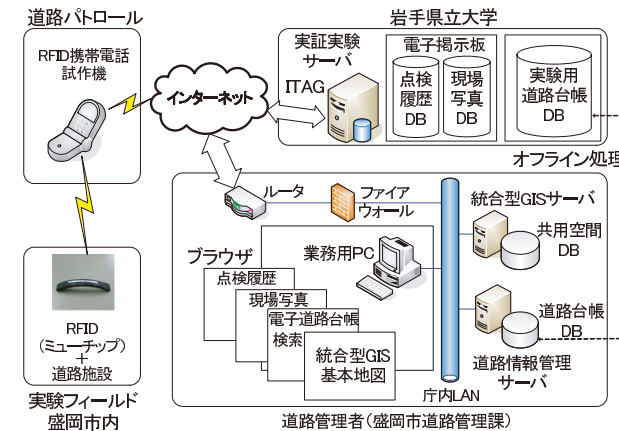


図 4 実証実験用システム構成図

Fig. 4 System architecture for field experiment.

では、2005 年から統合型 GIS の構築が始まり、2006 年 10 月に本格運用を開始しているが、この実運用環境に、提案レベルの情報システムをただちに実装することは困難である。そこで、筆者らのグループがこれまで開発してきたシステムと盛岡市の統合型 GIS を組み合わせ、実験用システムを開発することとした。

実証実験用のシステム環境を図 4 に示す。このシステムでは、盛岡市道路管理課内の業務用 PC から岩手県立大学に設置した実証実験サーバにアクセスし、PC のブラウザを用いて、現場からの情報を検索・閲覧できるようにした。また、盛岡市の統合型 GIS は Web 配信型 GIS であるため、ブラウザに表示された基本地図上に道路施設の位置や道路台帳を表示できる。想定利用者である盛岡市道路管理課の担当者は、これら複数のブラウザを業務用 PC の画面上で同時に表示させ、提案システムを用いた業務を擬似的に体験できる。

4.1.1 実証実験用システムの構成

図 4 に示した実験システムについて、各構成要素の詳細を以下に述べる。

(1) RFID リーダ

RFID リーダは、パッシブ型 RFID リーダ付き携帯電話試作機⁵⁾ (以下、RFID 携帯電話と呼ぶ)を用いた。RFID リーダの制御やアプリケーション開発は、EZ アプリ (Java) を用いて行った。

RFID の読み取り距離は、最大約 5 cm である。一般に、道路施設の配置は道路や歩道が

ら容易にアクセスできる場所にある。今回の実験で対象とした道路施設の場合も、設置した RFID に対して点検者の持つ RFID 携帯電話が容易に届く場所にあり、数 cm の読み取り距離でも支障はなかった。

(2) RFID の選定

使用する RFID は、RFID 携帯電話でサポートしているミューチップである。RFID の貼付方法は、先に実施した基礎実験環境⁹⁾と同等とし、5 mm 厚の絶縁ゴムを RFID と施設の間に挟むことで、金属内の渦電流による影響を低下させるよう配慮している。これにより、今回の実証実験期間中に RFID を読み取れないという現象は、ほとんどなかった。

今回の実証実験期間は 1 年に満たないため、長期間にわたって道路施設に付与する RFID の耐久性については、道路施設に適した RFID の選定とともに、別途検証が必要である。なお、冬期間におけるミューチップの実用性は、同じ基礎実験で検証されており、耐寒性・耐水性について問題がないことが確認されている。

(3) 実証実験サーバの設置

岩手県立大学が開発した RFID と GIS を連携させるサーバソフトウェアを ITAG と呼んでいる¹⁵⁾。本実験環境では、実証実験用サーバを岩手県立大学内の研究室に設置し、ITAG と実験に必要なデータベースを構築した。サーバの OS は Solaris9、Web サーバは Apache、使用したデータベース管理システムは PostgreSQL、サーバプログラムは PHP を用いた。

RFID 携帯電話から送信される現場の点検データや現場写真データは、点検履歴と現場写真の各データベースに登録され、履歴として蓄積される。実験用道路台帳データベースと盛岡市の道路情報管理サーバ内の道路台帳データベースは、実験期間中のデータ更新などがほとんどないことから、オフラインで同期をとることとした。

(4) 統合型 GIS サーバ

統合型 GIS は、盛岡市が実際に業務で使用しているシステムを用いた。サーバの OS は Windows Server 2003、データベース管理システムは SQL Server 2000 である。GIS サーバソフトウェアには ArcIMS9 を用いており、ブラウザを用いて統合型 GIS を利用できる環境である。盛岡市が使用している統合型 GIS の基本地図は、道路台帳図をベースとしており、市街地のほとんどの範囲が 1/500 (周辺部は、1/1,000 または 1/2,500) の縮尺精度で作成されている。

(5) 管理用端末の事務所 PC

盛岡市道路管理課の担当者は、事務所の業務用 PC を用いて電子掲示板にアクセスし、現場から送信した点検データや現場写真を確認できる。この機能により、現場と事務所の双方

表 2 RFID を設置した道路施設の特徴
Table 2 Feature of road facilities installed RFID tags.

管理対象	施設名称	目視点検	補修指示	設置数
道路構造物	道路橋梁		—	4
	地下歩道		—	4
	消雪装置		—	4
道路付属物	視線誘導標	—		5
	街路灯	—		7
	カーブミラー	—		6
合計	6 種類	3 種類	3 種類	30 力所

向の情報共有が可能となり、道路施設管理の時間的効率化を図ることができる。なお、電子掲示板にアクセスするためには、認証 ID とパスワードが必要で、セキュリティに配慮している。

4.1.2 RFID の設置

2.2.2 項で述べたヒヤリング調査で、RFID による管理が有効であると判断した道路施設に RFID を付与することとした。表 2 に、その施設名称と設置数を示す。対象とした道路施設は全部で 6 種類である。RFID を設置した道路施設の例を図 5 に示す。

盛岡市が管理する道路橋梁台帳には、現在、386 橋梁の登録がある。このうち、任意の 4 橋梁に RFID を付与した。また、17 力所ある地下歩道と 24 力所ある消雪装置のうち、それぞれ 4 力所を任意に選んだ。道路付属物の管理台帳には、設置場所の概略地図表示があるものの、詳細な設置数の記載はない。そのため、道路付属物の正確な管理数は不明であるが、それぞれ数百基以上のオーダで設置されているものと推測される。このうち、市街地中心部の視線誘導標 5 基、街路灯 7 基、カーブミラー 6 基をサンプル抽出した。これらの施設の分布は、盛岡市役所を中心とした東西約 6 km、南北約 5 km の範囲となり、このエリアを実験フィールドとした。

4.1.3 道路施設の属性データ

30 力所の道路施設に貼り付けた RFID の ID 番号と道路施設の属性データを紐付けする作業を行った。盛岡市では、統合型 GIS 上の道路施設レイヤを作成する際、主な道路施設の位置情報をデータ化している。そのため、統合型 GIS の基本地図上に施設をシンボル表示できる。

しかし、各施設の設置日・竣工日・型式名・型番などといった属性データは、登録されていない。その理由は、すべての道路施設の属性情報を調査・確認してデータ化するの、多



(a) 地下歩道



(b) 街路灯



(c) カーブミラー

図 5 RFID を設置した道路施設の例

Fig. 5 Examples of road facilities installed RFID tags.

くの時間と多額の費用が必要となるためである。

そこで、今回の実証実験では、RFID を付与した 30 カ所の施設について、その属性データを調査・確認し、実験用道路台帳データベースに登録して、RFID の ID 番号と紐付ける作業を行った。登録した属性項目を表 3 に示す。

4.1.4 道路構造物の目視点検項目

今回の実証実験で対象とした道路構造物の目視点検項目を表 4 に示す。橋梁においては、主桁・床版の腐食や亀裂の有無、橋台・橋脚のひび割れや鉄筋露出などの項目が重要となる。地下歩道においては、歩道内の漏水やひび割れ、照明器や警報器などの破損、落書きの有無などを点検項目とした。消雪装置においては、消雪状況、天候、気温を点検項目とした。

これらの点検項目は、盛岡市が日常的に点検している項目である。行政の道路管理部門は、各種指針やマニュアルを参考にして、独自に点検項目を決定しているため、各道路管理

表 3 道路施設の属性項目

Table 3 Attribute item of road facilities.

道路橋梁	地下歩道	消雪装置	視線誘導標	街路灯	カーブミラー
路線番号	路線番号	路線番号	路線番号	路線番号	路線番号
路線名称	路線名称	路線名称	路線名称	路線名称	路線名称
架設年次	竣工年次	消雪方式	設置日	設置日	設置日
耐荷荷重			設置者	設置者	設置者
			種別	種別	土地所有者
			型番	電球型番	型式
				電球ワット数	ミラー径

表 4 道路構造物の点検項目

Table 4 Check item of basic road facilities.

道路構造物	点検部材	点検内容
橋梁	主桁, 床版	腐食, 亀裂
	橋台, 橋脚	ひび割れ, 金属露出
地下歩道	—	ひび割れ, 漏水, 警報器などの破損, 落書き
消雪装置	—	消雪状況, 天候, 気温

者により点検内容が多少異なる場合がある。

4.2 RFID 携帯電話の利用手順

図 6 に RFID 携帯電話の画面メニューなどを示し、点検者から見た基本的な点検データ検索・登録手順を以下に述べる。携帯電話を用いて点検結果を入力する場合、文字入力方式は入力に時間を要する場合がある。そこで、本提案システムでは、主要な点検結果を・△・×の記号方式で入力できるように、点検フォームのユーザインタフェースを工夫した。

- Step 1: RFID リーダの起動

RFID リーダの電源を入れ、RFID 携帯電話の RFID アプリを起動する。

- Step 2: ID 番号の読み込み

道路施設に貼り付けた RFID に RFID 携帯電話のリーダを近づけ、ID 番号を読み取る。

- Step 3: ID 番号の照合

インターネット経由で ITAG にアクセスし、ID 番号が RFID 管理データベースと照合される。

- Step 4: トップページメニューの表示

図 6(a) のトップページメニューが現れ、データベースへの登録が可能となる。また、同

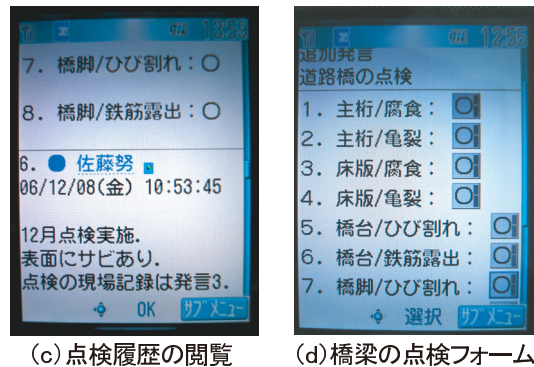
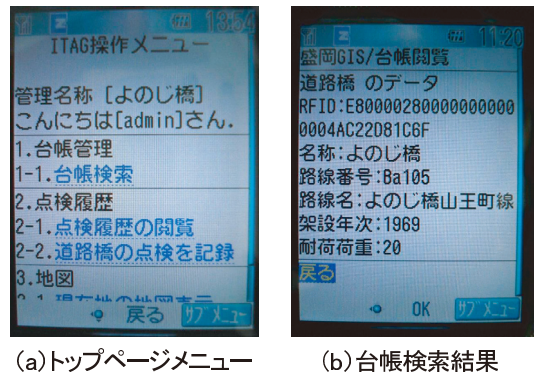


図 6 RFID 携帯電話のメニュー表示
Fig. 6 Menu of mobile phone with RFID reader.

時に各種データベースへのアクセスが可能になり、情報の取得・登録を行うことができる。

● Step 5 : データベースの検索・閲覧

必要に応じて台帳検索を行う(図 6(b) は、道路橋梁における台帳検索結果の表示例)。また、点検履歴の閲覧も可能である(図 6(c) は、道路橋梁における点検履歴の表示例)。

● Step 6 : 点検結果の登録

道路構造物の点検を行い、その結果を点検フォームに入力し、データベースへ登録する(図 6(d) は、道路橋梁における点検フォームの表示例)。



図 7 フィールド実験の様子
Fig. 7 Appearance of field experiment.

4.3 実証実験の状況

4.3.1 フィールドにおける実験状況

フィールド実験に参加した道路管理課の担当者は、計 5 名である。図 7 に、RFID 携帯電話を用いて RFID を読み取っている状況を示す。

道路構造物の目視点検を対象とした実験状況について述べる。道路橋梁に対する実験は、月 1 度の道路パトロール時に行い、点検回数は各 4 回であった。地下歩道の点検は、週 1 度程度のパトロール時に実施し、点検回数は各 13 回である。消雪装置は、通常、週 1 度程度のパトロールを実施するが、実験期間中は暖冬であったため、降雪時のみ実施しており、点検回数は各 4 回である。この結果、本実験システムを用いて点検を実施した合計回数は、82 回となった。

道路付属物の補修指示について述べる。今回の実験期間中に、RFID を付与した道路付属物で補修が必要となったのは、視線誘導標が破損した 1 回のみであった。そのため、補修指示のデータ登録は、その 1 回にとどまっている。

4.3.2 事務所における実験状況

道路管理課内の業務用 PC では、データベースに登録された点検データや現場写真を確認しながら、統合型 GIS 上に道路台帳レイヤと道路施設レイヤを表示させ、必要な属性データを迅速に検索することが可能である。図 8 に業務用 PC でブラウザを操作している状況を、図 9 にその画面例を示す。

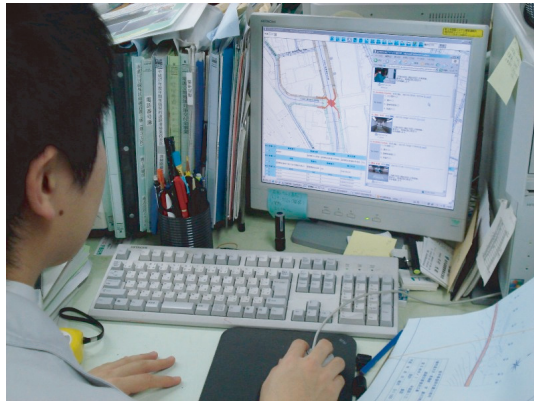


図 8 事務所内の実験状況
Fig. 8 Experiment situation in office.

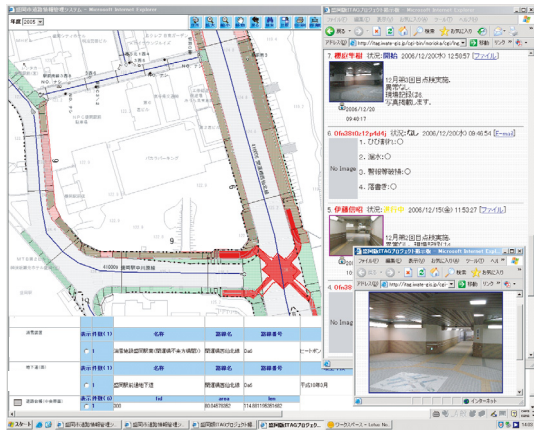


図 9 業務用 PC の画面例
Fig. 9 Example of screen on PC.

統合型 GIS では、高精度の基本地図を大縮尺で描画できるため、道路施設を高分解能で表示できる。また、道路施設の属性データや現場写真を同時に表示でき、複数の情報を効率的に確認できる。

5. 評価

4章で述べた実証実験をふまえ、経営的效果と時間的效果の視点で実施した評価について述べる。本論文でいう経営的效果とは、費用対効果の評価や余剰的経費の削減といった企業経営的な視点を行政経営に導入することでもたらされる行政事務の高度化や資産管理の最適化効果をいう。近年の行政経営では、企業の経営管理手法を導入し、情報システム導入による行政事務の効率化、公的資産管理経費の最適化、外部委託による費用削減などの業務改善に取り組み、これを評価することで、行財政改革を進めている。道路管理分野においても、同様な取り組みを行っており、道路施設管理における業務の効率化・高度化や戦略的な維持管理計画を立案することが重要である。

5.1 経営的效果

5.1.1 評価の目的

2.2.3 項で述べた課題 1 の解決に対する経営的效果を評価するため、想定利用者である行政の道路管理部門を対象として、アンケート評価を行った。道路施設管理業務における経営的效果の観点から本提案システムの導入効果を評価するためには、実際の公共施設管理業務において、業務改善のための行政評価に取り組んでいる盛岡市道路管理課職員から多角的な意見を集約できるアンケート評価が有効であると考えた。

アンケート実施対象は、現在、盛岡市道路管理課に在籍している職員のうち 10 名、過去に道路管理課に在籍経験のある職員のうち 7 名、そして、土木技術職を中心として構成されている盛岡市統合型 GIS 活用幹事会ワーキングチームのうち 12 名の合計 29 名である。実施日は、2007 年 2 月 1 日と 2 日および 3 月 20 日の合計 3 日間である。アンケート評価を依頼した 29 名の中には、実証実験に参加した道路管理課担当者の 5 名も含まれている。

5.1.2 評価方法

アンケート評価の方法を述べる。まず、筆者らが提案システムの機能や実証実験の状況などを図面やスクリーンを用いて説明した。次に、事務所の管理用 PC を用いて、実証実験で蓄積された点検履歴や統合型 GIS 上の施設属性データの閲覧確認や検索を評価者に体験してもらい、実証実験システムの機能を十分に理解していただけるように配慮した。そして、最後に、評価をアンケート用紙に記入していただくという方法により行った。

評価項目は、提案システム導入により課題 1 を解決することに結び付くかという視点で評価するため、施設管理業務の効率化につながる「点検履歴の一元管理」、戦略的な維持管理計画の立案につながる「長期的管理計画の立案」とし、5 段階評価を行った。5 段階の評

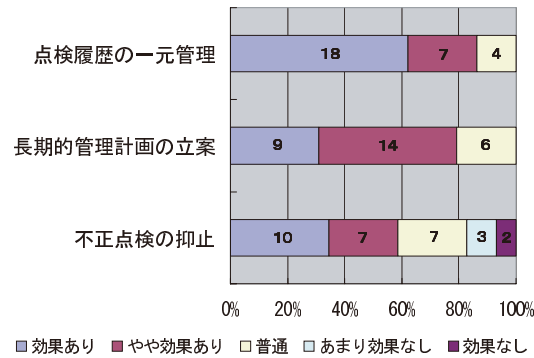


図 10 経営的評価の結果

Fig. 10 Result of managerial evaluation.

価点は、「効果あり」の 5 が最も高く、「効果なし」の 1 が最も低い。また、現在、行政の道路管理部門が行っている目視点検業務を将来すべて業者委託し経費削減を目指す場合を想定して、本提案システムが道路施設点検業務における委託業者の「不正点検の抑止」に効果があるか、という項目も合わせて評価した。本論文において、委託業者の不正点検とは、点検対象の道路施設がある現場には行っていないにもかかわらず、現場で点検を実施したと虚偽の報告をすることである。

5.1.3 評価結果と考察

評価の事前検討では、「点検履歴の一元管理」および「長期的管理計画の立案」について、提案システムの導入により、散在している点検データを一元管理することを実現し、それが道路施設の長期的維持管理計画の立案に有効で高評価につながると予想した。また、将来的に道路施設管理業務を外部委託した場合、提案システム導入により RFID にアクセスした日時が ITAG に記録されることで、委託業者の不正点検を防止することが可能であると見え、不正点検を抑止する効果に対しても評価が高いと予測した。

評価結果を図 10 に示す。「点検履歴の一元管理」は、「効果あり」と「やや効果あり」を合わせた肯定的評価が約 86%となり、平均は 4.5 であった。この結果は、事前検討で考えていた結果とほぼ同様の評価となった。高い評価を得ることができた要因は、実証実験期間中にデータベースへ記録した点検履歴データを業務用 PC 上の GIS および道路台帳を相互参照しながら容易に確認できるという提案システムのコンセプトが一元的管理に有用であると評価されたためであると考えられる。また、提案システムの導入により、図 1 の (c) 点検

表記入、(f) 台帳確認を現場から行うことが可能となり、(g) 報告書作成が不要という業務の省力化効果が評価されたものと考えられる。

「長期的管理計画の立案」については、肯定的評価が約 79%となり、平均は 4.1 であった。この評価結果は、予想に比較し、やや低めの評価となった。その理由は、実証実験により、図 1 の (h) 報告書ファイリングをデータベース化することで道路施設の管理計画立案のための基礎データを必要なときに高速検索できることは理解されたものの、長期的管理計画の立案には、道路施設管理を全体最適化するアセットマネジメントを同時に導入することが必要であることを評価者が認識したためであると考えられる。

一方、「不正点検の抑止」に対しては、肯定的評価が約 59%、平均 3.7 で、事前の予想に対して、低い評価となった。この要因は、固有番号を持つ RFID へのアクセス記録や現場写真などがサーバに記録されていたとしても、委託業者が実際に現場で目視点検を確実に実施したかどうかの証拠にはならないと判断されたためと考えられる。したがって、この評価結果は、本提案システムの導入による RFID へのアクセスによる証拠だけでは不正抑止の効果は十分でなく、行政の道路管理部門と委託業者間の信頼性を高める別の工夫が必要であることを示唆しているものと考えられる。

ヒヤリング調査と実証実験の検証から、道路施設管理業務の質的向上効果も期待できることが分かった。道路施設の点検方法は、担当職員が経験的に習得してきたため、体系的に整理されることなく暗黙知となっていたと考えられる。提案システムの導入により点検方法の経験則という暗黙知をデータに基づく形式知として担当者同士で共有することができ、故障や破損の頻度が高い施設に対して、予防的な点検を行うことが可能になると考えられる。

しかし、点検履歴データの蓄積だけでは、施設管理業務のさらなる質的向上は図れない。道路パトロール時の目視点検業務では、効率的なルートの設定が必要となる。点検履歴データの解析により、これまでの巡回ルートを見直すことができ、最適ルートの再設定が可能になると見込まれる。また、点検履歴の解析は、点検を見落とした施設を発見できる可能性があり、目視点検業務の質的向上につながるものと期待される。

5.2 時間的効果

5.2.1 評価の目的

2.2.3 項で述べた課題 2 の解決に対する時間的効果を評価するため、道路施設の補修指示作業に要する処理時間の比較を行った。比較対象としたのは、図 2 に示した従来方法と、本実証実験システムを用いた方法（以下、提案方法と呼ぶ）による処理時間である。

5.2.2 評価方法

処理時間の算出対象は、図 2 の (b) 通報受理から (n) 報告書ファイリングまでの作業工程である。従来方法の作業時間は、道路管理課職員の経験に基づく平均的な処理時間である。この処理時間の算出方法は、今回の実証実験期間中に破損した道路付属物の補修指示を行う際に実測したものである。しかし、この実測は 1 回であったため、この実測時間を道路管理課の他の職員に参考として示し、これまでの経験に基づく処理時間を聞き取り、平均的な処理時間を従来方法の作業時間とした。提案方法で計測対象としたのは、実証実験中に補修指示対象としていた視線誘導標のうちの 1 つであり、2006 年 12 月 18 日に破損の通報があった。

実証実験で対象としていた 18 カ所の道路付属物のうち、実験期間中に破損し補修が必要だった付属物は、この視線誘導標の 1 基だけであった。しかし、付属物の補修指示業務は、毎年度、一定の件数が生じている。本実験で対象とした 3 施設だけでも、2004 年度は 148 件、2005 年度は 120 件、2006 年度は 102 件の補修実績がある。

5.2.3 評価結果と考察

2 つの方法による補修指示業務の評価結果を述べる。従来方法による平均的な処理時間は、3 日から 4 日 (24 時間から 32 時間) 程度であるが、提案方法では、同作業工程をおおよそ 1.5 日 (12 時間) 程度で終えることができた。

すなわち、提案システムを用いることで、図 2 の (d) 情報収集・記録から (h) 委託業者に作業指示までについては、現場から携帯電話のネットワーク経由で破損状況の報告を行うことが可能となり、合わせて、現場の状況を現地から提案システムの電子掲示板へ入力することにより、従来方法で約 8 時間を要していた作業指示が、提案方法では約 2 時間で完了できた。また、図 2 の (i) 委託業者の現場確認から (n) 報告書ファイリングまでについては、行政と委託業者が提案システムの電子掲示板を共有することにより、完成報告書の作成・書類回覧・ファイリング作業を簡略化することが可能となり、従来方法で約 16 時間から 24 時間を要していた作業工程を約 10 時間で完了できた。

以上の結果から、課題 2 の解決に対して、提案システムの導入により業務の時間短縮を図ることが可能で、時間的効果が期待できる。この時間短縮より生み出された時間は、道路管理における他の業務にあてることができ、常態化している残業時間を減少させ、行政コストの削減につながる。また、提案システムを導入することにより、これまで点検担当者の経験に依存していた目視点検の実施方法が定型化され、委託業者による道路施設管理が容易になり、外部委託によるコスト削減も期待される。

今回の実験で補修指示を必要としたケースは視線誘導標のみであったが、他の道路付属物においても時間短縮による効率化が期待できる。街路灯の電球切れによる交換業務は、日中に通報を受理しても、夜にならないと対象の街路灯を特定できず、さらに特定した電球の型番などを確認する手間が必要であるため、作業完了に 3 日から 4 日程度を要している。しかし、提案方法を用いれば、現場で型番やワット数を確認することができるため、約 1 日で電球の交換作業を完了することが可能になり、視線誘導標以上の効率化が期待できる。この時間的効果について、盛岡市道路管理課が街路灯の補修委託を行っている業者の担当者に意見聴取したところ、筆者らとほぼ同一の見解を得ることができた。

また、カーブミラーの補修指示を行う場合は、それが設置されている土地の所有者属性が重要である。その理由は、所有者属性が公共用地か民間所有地かにより、立ち入り許可の手続き方法が異なるためである。現場では、通常、土地の所有属性を判断できず、事務所に帰還し管理台帳を確認していた。提案方法では、現場から所有属性データを確認することができるため、即時に手続き方法を決定し、補修指示を行うことが可能と考えられる。

6. 提案システム導入の実現可能性

5 章で述べた評価結果と考察をふまえ、本提案システムの実現可能性について議論する。本考察では、盛岡市のようなすでに統合型 GIS を構築している人口 20 万人から 30 万人程度までの中規模自治体を対象とし、本実証実験で得られた時間データなどをもとに、具体的な費用を試算し、考察を進める。

6.1 システム導入の準備費用

6.1.1 RFID の設置費用

提案システムを導入する前提条件として、既存の道路施設に RFID を付与する必要がある。現状では、施設部材の出荷時に RFID を付与する環境は整っておらず、既存の施設に後付けで貼り付けることになる。

今回の実証実験をもとに、RFID の付与作業に必要な概算費用を試算し、表 5 にまとめた。使用する RFID は、金属対応のものを想定している。作業時間は、単位あたりの平均

表 5 RFID の付与費用
Table 5 Installation cost of RFID tags.

作業内容	作業時間	単価	金額
RFID を道路施設に取り付ける作業	10 分/1 カ所	60 円/分	600 円/道路施設 1 カ所あたり

表 6 道路構造物に対する属性情報のデータ化費用

Table 6 Data creation cost of attribute to basic road facilities.

作業内容	作業時間	単価	金額
属性データの収集作業	0 分/1 カ所	0 円/分	0 円/施設 1 カ所あたり
データ登録作業	5 分/1 カ所	100 円/分	500 円/施設 1 カ所あたり
データ化作業に要する 合計費用	—	—	500 円/道路施設 1 カ所あたり

表 7 道路付属物に対する属性情報のデータ化費用

Table 7 Data creation cost of attribute to supplemental road facilities.

作業内容	作業時間	単価	金額
属性データの収集作業	30 分/1 カ所	100 円/分	3,000 円/施設 1 カ所あたり
データ登録作業	5 分/1 カ所	100 円/分	500 円/施設 1 カ所あたり
データ化作業に要する 合計費用	—	—	3,500 円/道路施設 1 カ所あたり

時間としている。また、作業人件費の単価は、業者委託した場合の一般作業員を想定している。その結果、RFID の付与に要する費用は、道路施設 1 カ所あたり 600 円となった。

6.1.2 属性データの整備費用

今回の実証実験をもとに、属性データのデータベース化に必要な概算費用の算出を試みた。すでに施設台帳が整備されており、属性データを収集する必要がない道路構造物の費用を表 6 に、台帳が整っておらず、属性データの調査・収集を必要とする道路付属物の費用を表 7 にまとめた。作業時間は、単位あたりの平均時間としている。作業人件費は、業者に委託した場合の主任作業員を想定している。その結果、道路構造物の属性データ整備に要する費用は、道路施設 1 カ所あたり 500 円と試算された。道路付属物の場合は、7 倍の 3,500 円となった。

6.1.3 RFID の ID 番号と属性データの紐付け作業費用

データベース化された属性データと RFID の ID 番号の紐付けに要する作業の概算費用を試算し、表 8 にまとめた。作業人件費の単価は、業者委託した場合の主任作業員を想定している。その結果、紐付け作業に要する費用は、道路施設 1 カ所あたり 300 円と試算された。

6.2 データ更新費用

RFID の ID 番号に紐付けされた属性データは、内容に変化があれば更新する必要がある。しかし、既存の道路施設では、属性データに変化があることは考えにくく、新たな施設が竣

表 8 RFID と属性データの紐付け作業費用

Table 8 Coordinated cost for RFID tags and attribute data of road facilities.

作業内容	作業時間	単価	金額
ID 番号と属性データの 紐付け作業	3 分/ID 番号あたり	100 円/分	300 円/施設 1 カ所

工した場合に新規のデータ登録が必要になる場合がほとんどである。公共事業費が大幅に縮減されている現状では、新規に整備される施設は少ないことから、データ更新に係る費用は少額であると考えられる。

盛岡市の場合は、統合型 GIS の共用空間データの更新費用として、毎年度、一定額を計上し、最新データを反映させている。この更新費用に比較し、属性データの更新費用は少額と見込まれるため、共用空間データ更新費の予算額内で属性データの更新が可能と考えられる。

6.3 実現可能性の考察

6.3.1 提案システムの対象

提案システム導入準備のための実費概算費用について述べる。属性台帳が整備されている道路橋梁を例にし、金属対応の RFID を設置することを仮定する。その場合、RFID 自体の単価を仮に 100 円とすると、6.1 節で求めた費用をベースにした計算では、1 施設あたり 1,500 円程度の費用が必要と見込まれる。

盛岡市が管理している 386 橋梁について、仮に、このすべてに RFID を付与する場合は、実費で約 60 万円の事前費用が必要であると試算できる。しかし、道路付属物に対する事前準備費用は、その属性台帳が整備されていないケースが多いため、1 施設あたりの単価で 4,500 円程度と見込まれ、その差は約 3 倍になる。

このことから、道路付属物の部材出荷時に RFID を組み込まれるようになれば、補修指示業務を効率化することが期待できるが、型式番号が一定で種類が少ない視線誘導標のような道路付属物では、電球の型式が複雑で種類の多い街路灯などに比較し、費用と手間の大きさに対して効果が大きいとはいえない。よって、道路施設台帳の整備コストも勘案すると、提案システムの対象は、重要な道路構造物と街路灯やカーブミラーなどの一部の道路付属物に限定するほうが効果が高いと考えられる。

6.3.2 提案システムの初期導入費用

中規模自治体における現在の財政状況を考慮すると、初期費用を 400 ~ 500 万円程度にすることができれば、実現可能性が高まると考えられる。これは、行財政改革を行っている盛

岡市においても、必要性の高い情報システムを構築する場合には、長期継続契約方式を適用し、単年度の契約金額を 80～100 万円程度の均等割りにして、年度あたりの負担を軽減することにより、新規の情報システムを導入している実績があることによる。

盛岡市に提案システムを導入する場合を想定し、具体的な初期費用を算定した。盛岡市には、すでに統合型 GIS が導入されているため、新規に導入するハードウェアは、RFID、RFID リーダ、ITAG となる。これらの導入費用は、合計 100 万円程度と見込まれる。ソフトウェア導入費として、システム開発費を 200 万円程度見込んでいる。さらに、盛岡市が管理している 386 力所の橋梁に RFID を付与する場合を想定すると、RFID 設置作業費と道路施設台帳の整備費として 100 万円程度が必要であると考えられる。以上を合計して 400 万円程度が初期費用と見込まれる。初期費用は、対象とする道路施設の個数により増減することになるが、付与対象とする道路施設の対象個数が多ければ、大量発注により RFID 自体の価格を低めに抑えることが可能であろう。

6.3.3 システム導入後の維持費用

提案システムの維持費用は、利用経費および GIS データの更新経費が想定される。盛岡市の場合、利用経費としては、年間 10 万円程度の道路施設台帳データ更新経費、年間 60 万円程度のサーバ機器の保守経費、そして、通信経費は、モバイルデータ通信の定額制を利用することにより年間 10 万円程度と見込まれる。

次に、GIS データの更新経費としては、盛岡市統合型 GIS に用いている道路管理台帳図ベースの 1/500 縮尺精度基本地図について、年間 3,300 万円程度のデータ更新経費が見込まれている。この更新経費は、共用空間データを構築したことによって、従来、盛岡市が行ってきた紙の台帳図を更新する費用に比較し、6%程度低い金額となっている。

以上のことから、GIS データの更新経費を除けば、利用経費として、年間 80 万円程度の維持費用が必要になることが見込まれる。この費用に年間 80～100 万円程度の単年度あたり初期費用を合計すると、年間 160～180 万円程度のランニングコストが生じることになる。この経費を維持していくには、本提案システムの導入効果による残業時間の減少や行政職員数の適正化による人件費削減、積極的な外部委託導入による業務経費の削減を進めることが必要で、これらの経費削減により生み出される費用により、維持経費を捻出していくことは十分可能であると考えられる。

7. おわりに

行政の道路管理部門を対象として、将来的なアセットマネジメント導入を視野に入れ、

RFID と GIS を用いた道路施設管理支援システムの提案を行った。提案したシステム設計をもとに実験用システムを構築し、岩手県盛岡市をフィールドとして約 4 カ月間の実証実験を行った。

想定利用者である行政職員による評価の結果、道路構造物の点検履歴管理に対して、良好な評価を得ることができ、経営的效果を期待できる。道路付属物の補修指示については、RFID の設置コストや属性データの整備コストを検討した結果、費用対効果の高い街路灯などに対象を絞ることで、時間的效果を期待できることが分かった。

本研究の議論により、これまであまり明確ではなかった道路施設に対する RFID 付与の有効性範囲を明らかにすることができた。また、行政がシステム導入の際に必要なとする設計指針や費用試算データを示すことができ、支援システム導入の実現可能性を検証した先行事例としての意義は大きい。今回の実証実験の結果をふまえ、盛岡市道路管理課では、手始めとして、導入効果が大きいと見込まれる街路灯の維持管理業務に対して、本提案システム導入の検討を開始している。

本研究における今後の展望として、RFID リーダの選択について述べる。本実証実験では、RFID 携帯電話試作機を用いたが、PDA と同等の機能を持った携帯電話が商品化されるなど、携帯電話と PDA の融合が進んでいる。このような状況をふまえると、本提案システムにおける RFID リーダの要件は、通信機能を有し片手で操作可能な携帯端末であると換言することができる。3.2 節で述べた RFID の選択と同様、システムを構築する時点で、この要件を満たす最適な RFID リーダを選択することが望ましい。なお、本研究で用いた RFID 携帯電話試作機は、実証実験終了後に実用化されている。

今後の課題としては、道路施設の劣化を定量的に評価する手法を検討することである。本提案システムを組み込んで、より高度な AMSCS とすることで、アセットマネジメント全体のシステム化に貢献できると考える。そのためには、点検履歴の蓄積や一元的管理だけではなく、蓄積した点検データから施設の劣化を予測する評価手法の確立が求められる。

道路施設の劣化を定量的に評価する手法は、まだ研究事例が少ないことから、それぞれの道路施設の種別にあった劣化評価法や劣化予測式などを検討し、本提案システムとの連携を考慮しながら、道路施設管理支援システムの実用化を目指していきたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、RFID 携帯電話試作機の提供・技術サポートで、KDDI (株) 技術開発本部開発推進部 (現 (株) KDDI 研究所開発センター) の方々に多大なるご支援をいただいた。また、ヒヤリング調査・実証実験・システム評価で、盛岡市建設部道路管理課の職員の方々にご協力いただいた。ここに記して、感謝の意を表する。

本研究の一部は、岩手県立大学「環境研究」全学プロジェクトの助成を受けて行ったものである。

参 考 文 献

- 1) 土木学会：アセットマネジメント導入への挑戦，技報堂出版（2005）。
- 2) 山本浩司，青木一也，小林潔司：道路付帯施設アセットマネジメントシステム，土木情報利用技術論文集，Vol.15，pp.173-184（2006）。
- 3) Garrett Jr., J.H. and Smailasic, A.: Wearable Computers for Field Inspectors—Delivering Data and Knowledge-Based Support in the Field, *Artificial Intelligence in Structural Engineering*, Smith, I. (Ed.), pp.146-174, Springer (1998).
- 4) 嶋田善多，矢吹信喜，坂田智己：土木設備の維持管理体系における巡視点検と IC タグの活用，土木学会論文集，No.777/IV-65，pp.161-173（2004）。
- 5) Abe, A., Sasaki, T. and Odashima, N.: A Groupware Based on Geographical Location Information for Field Workers, *Proc. 5th International Conference on Enterprise Information Systems*, Vol.4, pp.3-9（2003）。
- 6) 阿部昭博，佐々木辰徳，小田島直樹：位置情報を用いて地域コミュニティ活動を支援するグループウェアの開発と運用評価，情報処理学会論文誌，Vol.45，No.1，pp.155-163（2004）。
- 7) Oishi, S. and Furuta, K.: A RFID Tag and Ubiquitous GIS by Mobile GIS ArcPad, ESRI User Conference 2006 Technical Report.
http://gis2.esri.com/library/userconf/proc06/papers/papers/pap_1863.pdf
- 8) KDDI ニュースリリース。
http://www.kddi.com/corporate/news_release/2005/0302/besshi.html
- 9) 加藤 誠，小田島直樹，米田信之，阿部昭博：RFID を用いた道路維持管理システムの実証実験，情報処理学会研究報告 2005-IS-95，pp.101-108（2006）。
- 10) 菊川 滋：現場技術者のための道路維持管理ポケットブック，山海堂（1999）。
- 11) 深田秀実，米田信之，阿部昭博：RFID と GIS の連携による道路施設管理支援システムの提案，情報処理学会研究報告 2007-IS-99，pp.45-52（2007）。
- 12) 総務省自治行政局地域情報政策室：統合型の地理情報システムに関する指針（2001）。
- 13) Fukada, H., Maita, N. and Abe, A.: Field Experiment of Road Facility Management Support Systems with RFID and GIS Integration, *Proc. 6th International Conference on Geographical Information Technology and Applications*, MA07, PN69（2007）。
- 14) Fukada, H., Maita, N. and Abe, A.: Proposal and Field Experiment of Road Facility Management Support System by RFID and GIS, *Proc. 3rd International Joint Conferences on Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering*

(CISSE 2007), SCSS07, No.264 (2007).

- 15) 阿部昭博，米田信之，加藤 誠，小田島直樹，狩野 徹：地域情報化の視点に基づく GIS/RFID 連携方法の考察，情報処理学会研究報告 2005-IS-94，pp.35-42（2005）。

（平成 19 年 9 月 7 日受付）

（平成 20 年 2 月 5 日採録）



深田 秀実（学生会員）

1965 年生。1990 年岩手大学大学院工学研究科修士課程修了。同年建設省（現，国土交通省）入省。同省土木研究所等を経て，1993 年盛岡市役所採用。2004 年より総務部情報企画室。この間，1999 年岩手大学大学院人文社会科学研究科修士課程社会科学専攻環境情報論コース修了。2003 年より在職のまま岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科博士後期課程に入学，現在に至る。情報システムに興味を持つ。日本社会情報学会，地理情報システム学会各会員。



米田 信之（学生会員）

1985 年生。2007 年岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業。現在，同大学大学院ソフトウェア情報学研究科博士前期課程在学中。情報システムの研究に従事。



阿部 昭博（正会員）

1962 年生。1985 年図書館情報大学図書館情報学部卒業。同年（株）富士通東北システムエンジニアリング。1988～1998 年松下電器産業（株）東京情報システム研究所。その間，1996 年筑波大学大学院経営システム科学専攻修士課程修了。1998 年東京大学大学院総合文化研究科博士課程中退。同年岩手県立大学ソフトウェア情報学部講師。同助教授を経て，2006 年同教授。博士（学術）。情報システムの分析・設計，地域コミュニティの情報化，地理情報システムの研究に従事。日本社会情報学会評議員，地理情報システム学会理事，ACM 会員。