

道路情報システムの技術動向と今後の展望

Technology Trends and Future Outlook of Road Information Systems

内藤 直 武田 匡央
Naoshi Naitoh Masao Takeda

特
集

ソ
リ
ユ
ー
シ
ョ
ン

要 旨

道路情報システムは道路気象情報をはじめ、道路の安全管理に必要な情報を情報板等により提供するシステムである。当社は、昭和62年に初期システムを納入以降、年次ごとに納入実績を重ね、国土交通省の東北・関東・中部・九州・沖縄の各本局システム及び事務所システムを納入している。当初は当社開発の専用装置で構築し、時代とともに高度化・高機能化を図り、道路管理のみならずインターネットを介した一般道路利用者への情報提供やガイダンスによる提供情報の自動化を行ってきた。本稿では、当社が開発してきた道路情報システムの技術動向について記載し、今後の展望について述べる。

Abstract

A road information system provides the information required for safe management of roads, including road weather information, on road information boards etc. Since the installation of the first system in 1987, installations have increased yearly, and now systems for each main bureau and systems for offices of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport in Tohoku, Kanto, Chubu, Kyushu and Okinawa have been installed. In the beginning, the systems were constructed with custom equipment developed by JRC, and performance and function of the systems have continually been improved over the years. We have been providing information not only to road managers but also to general road users through the internet, and setting up automated provision of information activated by guidance system. This report indicates the technology trends of the road information systems developed by JRC, and describes the future outlook for these systems.

1. まえがき

1980年代の道路情報システム導入初期段階では、専用装置による気象情報の収集と道路情報板による半固定的な情報提供が主体であった。

その後、高解像度・高輝度LEDによるHL形情報板が登場し、一般道路利用者に自由文と絵柄（シンボル表示）の組み合わせでの情報表示することができるようになり、より視覚的な情報提供が可能になっている。

1990年代にはパーソナルコンピュータ（PC）が普及し、インターネットの発達とともにウェブによる画面閲覧が一般的となり道路情報システムの表示系も専用ソフトウェアによる画面表示からウェブ表示へと移行している。

コンピュータの高性能化、ネットワーク網の整備、インターネット技術の登場により道路情報システムも高度化・高機能化を進めてきている。

近年では、利用者端末もPCの他、携帯電話からスマートフォンやカーナビゲーション・システム等多様化している。本稿では、このような技術変化・社会変化の中、当社が市場に投入してきた道路情報システムの技術動向を紹介し、今後の展望について記載する。

2. 道路情報システムの概要

2.1 概要

道路情報システムは、工事規制や道路気象等の情報をオンライン・リアルタイムに収集し、道路管理者が的確かつ効率的に道路管理を行うためのシステムである。さらに道路情報システムで収集した情報は、一般の道路利用者に対する情報提供にも利用されている。

道路管理者及び道路利用者から見た道路情報システムの導入効果を以下に記載する。

(1) 道路管理者のための管理システム

道路管理に必要な情報を収集し、一元管理することができ、正確かつ詳細な道路情報の把握を行うことが可能であり、これによりの確で迅速な道路維持管理が行えるようになる。

(2) 道路利用者のための情報システム

道路情報システムで管理する情報は、一般道路利用者へ情報提供を行うための情報源であり、安心かつ安全な交通サービスを行うことが可能になっている。

2.2 システム構成

図1に道路情報システムの構成イメージを示す。

道路情報システムは大きく「情報収集」「情報管理」「情報提供」に分類され、各サブシステムが連携することにより道路管理者及び一般の道路利用者に有益な情報を提供している。

(1) 情報収集系

道路管理に必要な規制情報やセンサ情報、CCTV監視画像等を収集するためのサブシステムで構成される。

規制情報は、工事や突発事象（災害、事故等）による通行規制の情報を操作端末から手入力することにより収集している。

雨量、路面凍結等のセンサ情報は定時間隔でオンライン収集し、事前通行規制区間の規制開始判断や走行車両への注意喚起のため提供情報として利用される。

(2) 情報管理系

道路情報システムの中核部分であり、収集系サブシステムからのデータをオンライン・リアルタイムに収集し、各種演算処理を行った結果をデータベースにより蓄積管理する。

(3) 情報提供系

道路情報システムが管理している情報を提供対象者や提供媒体に応じた形式に加工して情報提供している。

2.3 システム機能

道路情報システムの基本的な機能は次の通りである。

- (1) 道路管理に必要な情報をオンライン・リアルタイムに収集し、全ての情報を道路管理情報システムにて一元管理する。
- (2) 蓄積した各種情報から用途に応じて地図・一覧表・グラフ画面を作成し、情報提供を行う。
- (3) デジタル道路地図を使用し、同一地図上にさまざまな情報の重ね合わせ表現（情報共有）が可能である。
- (4) 携帯電話・インターネット・道路情報板・リクエスト端末（道の駅）等、利用者に応じて、さまざまな情報を提供する。
- (5) 道路情報ガイダンスシステムと連携することにより道路情報板や路側放送を通じて提供する情報を自動作成し、一般の道路利用者に対して、より迅速で的確な情報提供を行う。

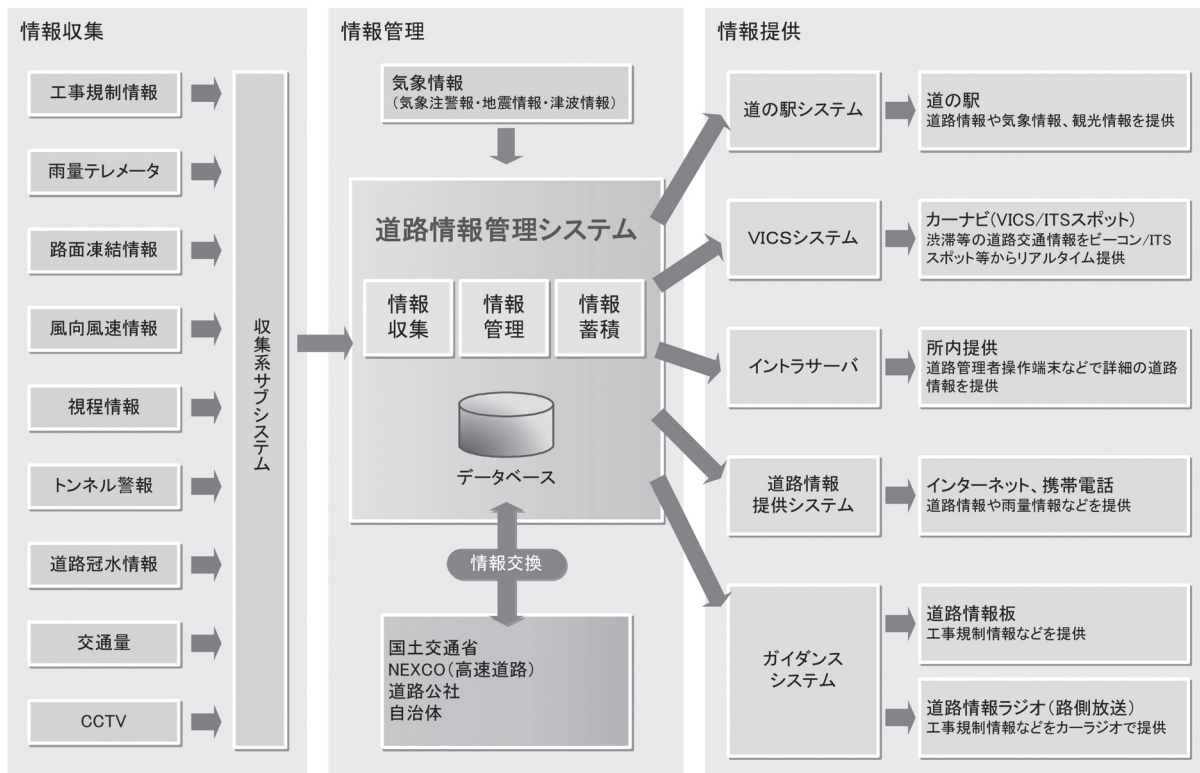


図1 道路情報システム系統図
Fig.1 Road Information System Diagram

3. 道路情報システムの技術動向

3.1 プラットフォーム

(1) ハードウェア

初期の道路情報システムは、多数の道路管理設備との間で、異なる仕様の通信処理をオンライン・リアルタイムで同時並行処理する必要があった。そのため当社では、組込型コンピュータであるマイクロコンピュータマルチシステム(MCM)を開発し、道路情報システムを構築した。これは、複数のマイクロプロセッサユニット(MPU)、メモリユニット、入出力ユニットをシステムバスで連結し、データ交換を可能としたものである。情報の表示には、ブラウン管ディスプレイを内蔵した専用端末装置を使用した。

1980年代後半より、汎用のUNIXサーバ及びワークステーションが普及したことにより、それらを組み合わせたクライアントサーバシステムへと移った。

1990年代後半に入ると、より安価なIAサーバとWindowsパソコンの組合せが主流となった。現在はブレードサーバを使用し、省電力・省スペース化を図っている。

(2) ソフトウェア

オペレーティングシステム(OS)については、MCMでは専用OSであったが、ハードウェアの変遷に伴い、汎用のUNIX系OSへ移った。1990年代後半からは、マルチタスク処理が可能なWindows NTやWindows95が登場したことにより、Windows系が主流となった。現在ではLinuxが多く使われている。

データベース管理システム(DBMS)は、UNIXサーバの時期から使われるようになった。当初はOracleのシェアが高かったが、現在はPostgreSQLが多く使われている。

このように、OS・ミドルウェアとも、オープンソースソフトウェア(OSS)が主流になってきている。

3.2 通信インタフェース

初期の道路情報システムと道路管理設備との通信は、装置間を個別のケーブルで接続し、1対1の通信を行うものであった。インタフェースは、RS-232C等のシリアル通信が主流であり、パラレル通信も用いられた。既設のサブシステムで対応可能な通信方式が限定されている場合が多く、インタフェースの種類は多様を極めた。地方整備局～事務所～出張所という遠隔地との通信回線は、モデムを介してアナログ音声回線にて伝送した。

1980年代後半より、イーサネットとTCP/IPを使用したローカルエリアネットワーク(LAN)が通信のベースとなった。ただし、古い道路管理設備の中には、LANインタフェースに対応できないものもあり、その場合は、インタフェース変換装置(ICU)により、旧来のシリアルインタフェースやパラレルインタフェースを、LANに変換している。遠隔地との通信も、ルータを介したワイドエリアネットワーク(WAN)へと変化した。

通信回線として、当初は、マイクロ回線を使用していたため低速であったが、光ファイバ網を組み合わせた統合通信網が整備されたことにより、現在ではギガビットクラスに高速化されている。

地方整備局間及び異なる道路管理者間では、標準的な通信仕様として、国土技術政策総合研究所が定めた「道路通信標準」が採用されている。

3.3 情報提供手段

(1) 道路情報板・道路情報ラジオ(路側放送)

道路利用者への情報提供は、道路情報システムの誕生以前より、道路沿いに設置された道路情報板や道路情報ラジオを通じて行われてきた。初期の道路情報システムは、これらの設備と接続するものの、その表示内容や機器状態を監視するものであり、情報提供の制御処理は各設備で個別に行われていた。

2005年頃より、ガイダンスシステムが機能付加され、道路情報システムの持つ情報を基に、情報提供の制御処理も行うようになった。これは、道路情報板に表示する語句や、道路情報ラジオで放送する文章を、発生事象の重要性や距離などに応じて自動的に生成し、制御するものである。

(2) 道の駅

1990年代より、道路沿いの休憩施設として全国に「道の駅」が広まっていった。それに伴い、道の駅に情報端末や大画面ディスプレイを設置して、道路情報や観光情報等を表示する道の駅システムが、道路情報システムに付加されていった。

(3) インターネット

2000年代より、インターネットが一般に普及していくと、道路管理者でもウェブ画面を作成し、道路情報の提供を行うようになった。

同時期に、携帯電話によるインターネット接続サービスが普及し、携帯電話向けのウェブ画面による提供も行われるようになった。

また、電子メールを利用して、通行止が発生した場合などに、予め登録した利用者へ通知するサービスも行われている。

これらの機能を持つサブシステムを、道路情報提供システムと呼ぶ。

(4) 道路交通情報提供システム(VICS)

1996年より、VICSによるカーナビへの情報提供が開始され、全国へ展開していった。そのため、各地方整備局よりVICSセンター向けのデータ配信を行うと共に、センターからの情報を基に国道沿いの電波ビーコンへ情報を配信するVICSシステムが整備された。なお、VICSデータの流れは、いったんVICSセンター経由となるため、VICSシステムは道路情報システムとは独立したシステムとして扱うことが多いが、ここでは広義に関連したシステムとして記述しておく。

3.4 通行規制情報

工事による通行規制の情報は、従来、道路管理者と工事業者との間で予め取り決めた規制予定時間で情報提供されていた。しかし、工事現場の作業状況により、実際の規制時間がずれることがあった。

そのため、2004年頃より、工事業者が現場において携帯電話で通行規制の開始・終了をリアルタイムに入力するシステムが導入された。これにより、通行規制情報を、実際

の規制時間に合わせて提供することが可能となった。

3.5 地図

初期の道路情報システムが画面に表示する地図は、道路の接続をわかりやすく模式化・簡略化したものか、固定縮尺のものであった。

2010年頃より、地理情報システム (GIS) を導入し、拡大・縮小やスクロールが可能な地図上に、複数の情報を重ね合わせて表示することが可能となった。

3.6 データ統合

国土交通省の道路管理の中心は国道事務所であり、当初の道路情報システムは、事務所単位で構築する形態が多かった。地方整備局の本局には管内の情報が集約されるが、その画面は本局内部向けのものであり、隣接事務所の情報が必要な場合は、本局経由で情報交換し、各事務所で隣接事務所分の画面も作成していた。

その後、回線の高速化とウェブ技術の発展により、地方整備局本局へのデータ統合が行われるようになった。本局にて作成したウェブ画面を、管内の全事務所・出張所にて閲覧可能となった。

4. 今後の展望

道路情報システムが今後どのように展開していくかをシステム面、運用面について考察し、今後のシステム構築及び情報提供のあり方について述べる。

4.1 システムの統合化と冗長化

前項で記述したとおり、国土交通省ではネットワークの整備が進んでおり回線の高速化とウェブ技術の発展により本局システムへの統合化が可能になってきている。システムの統合化・一極集中化はシステム全体としてシンプルな構成となり整備費用やデータメンテナンスの面において有効な構成といえる。

一方で大規模な災害が発生し、災害発生拠点でシステム運用が不可能になるとシステム全体が機能なくなってしまう。

災害により業務が停止した場合に速やかに復旧させることや災害に強いシステムを構築するために要求されるのは「高可用性」と「耐災害性」と考える。

【高可用性 (HA: High Availability)】

- ・システム停止時間を限りなくゼロに近づける
- ・障害が発生した場合でもシステムの運用が継続できる
- ・計画停止に対しても継続してサービスを提供できる

【耐災害性 (DT: Disaster Tolerance)】

- ・災害 (停電や自然災害など) が発生した場合でもシステムの運用が継続できる
- ・短時間で運用状態に復旧できる

これらの要求に対してどのように取り組むべきかを考えたとき「統合化と冗長化」が有効であると考えられる。

(1) システムの統合化

従来、事務所及び本局にサーバを配置して道路情報システムを構築しているが、事務所システムは収集系サブシステムとの通信機能のみを実装し、データ管理・提供等の道路管理機能を本局システムへ集約させる。さらに点在するサーバを統合することによりシステムの簡素化を図り、システム管理を効率的に行うとともに障害時のシステム復旧を迅速に行うことが可能になる。

(2) システムの冗長化

大規模災害や重大障害等により本局システム稼働が停止した場合でもシステム運用の継続が可能となるように異なる拠点にバックアップシステムを構築する。

システム全体の冗長性を持たせることにより本局システムが稼働停止になったとしても道路管理者に対して情報提供が可能になる。図2にシステムの統合化と冗長化イメージを示す。

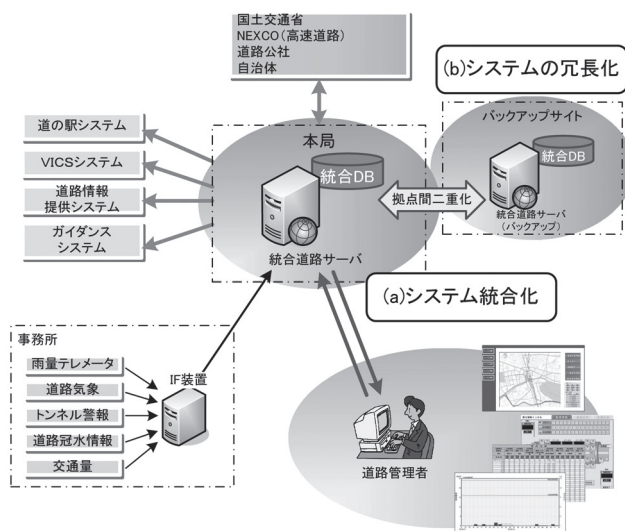


図2 システムの統合化と冗長化イメージ
Fig.2 System Integration and Redundancy Image

災害に強いシステムとするためにシステム統合化と同時に別拠点にバックアップシステム構築することが重要であり、拠点間でのデータ同期やクライアントからのアクセスをどのように実現するかがキーになる。

【システムの統合化と冗長化を実現するための機能】

- ・収集系サブシステムのデータを確実に伝送する仕組み
- ・拠点間データベースの整合性を確保する技術
- ・冗長化されたシステムを意識することなくアクセスさせる技術

4.2 情報提供の自動化

道路情報の提供形態に関しては、PCや携帯電話の他にスマートフォンが普及してきており、最近ではカーナビでもインターネット接続によるウェブ閲覧が可能になってきて

いる。このように利用者側端末は多様化してきており、情報提供サイトにアクセスすることにより情報を引き出すことができる。

一方、大規模な地震や甚大な被害が予想される津波情報など緊急を要する情報については、迅速かつ確実に伝達する手段が必要である。

このような緊急情報についてはシステム側から利用者に対してPush型配信による情報提供が有効である。

現状ではガイダンスシステムにより提供情報を自動作成して道路情報板や道路情報ラジオを通じて提供している。

また、昨年度は国土交通省と道路会社が高速道路を中心にITSスポットを整備しており、ITSスポットではITS車載器(カーナビ)に対して複数の画像と音声によるPush型提供が可能になっている。運転者に情報伝達する媒体として非常に有効である。

このように緊急的な情報に関しては、ガイダンスシステムが様々な提供媒体に対応した提供語句・音声・画像を自動生成し、各提供装置に対してPush配信することで迅速に情報伝達することが可能になる。

また、発災時には情報提供サイトにアクセスが集中し情報閲覧ができない状態が生じたり、電話がつながりにくい状況(電話輻輳)が続くことがあり、情報伝達が困難な状況になってしまう場合がある。

この点ワンセグ放送を利用した情報配信は災害時でもアクセス集中による輻輳がなく、利用者が持っている携帯電話から情報入手ができる。

ガイダンスシステムが、これら様々な提供媒体に対応した提供情報を自動作成することにより迅速で的確な情報の提供を行うことが可能になる(図3)。

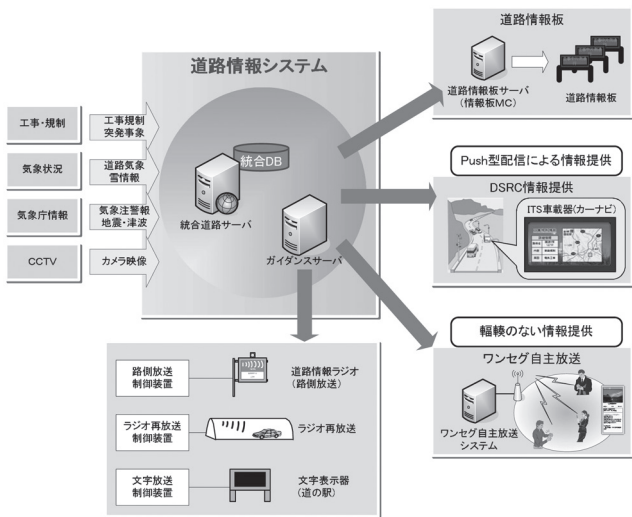


図3 ITSスポットによる情報提供の自動化

Fig.3 System for Automated Information Provision Activated by ITS Spot

4.3 道路管理業務に基づく情報提供

道路情報システムの導入当初は、リアルタイムに情報を取得することを目的としており、収集したデータは装置内部のメモリ上に展開するのみでデータベース化されていなかった。その後、DBMSによる情報管理を行うこととなったが、道路情報システム内部で利用することに限定されていた(図4)。

すなわちデータベースに情報が蓄積されていても利用者は定型の画面であったり、定型の帳票出力によりアウトプットするのみで情報の利用に自由度が少なかった。

今後、道路情報システムに蓄積されたデータと道路管理業務が連携できる仕組みを構築し、道路管理者が自由にデータアクセスし、様々な道路管理業務に応じた形式で容易にデータを取り出せるシステムとしていきたい。

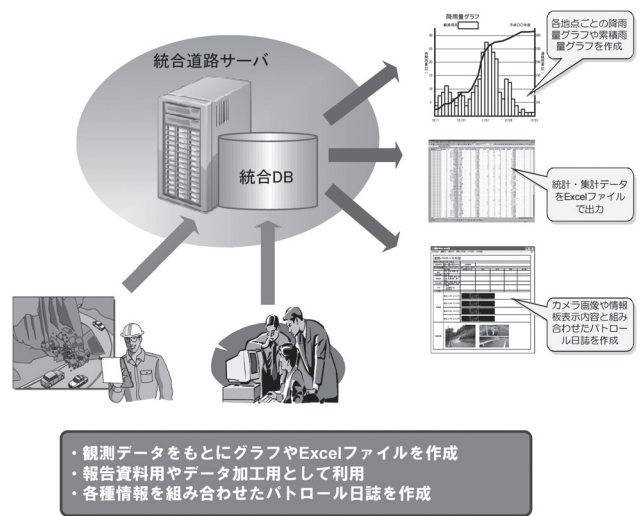


図4 道路管理業務に基づく情報提供イメージ

Fig.4 Image of Information Provision Based on Road Management Activities

5. あとがき

当社が道路情報システムを納入してから四半世紀がたっている。この間、技術的な変遷を積み重ねその時代に応じたシステム構築を行ってきた。

平成22年度には新たなシステムとして、国土交通省が実証実験として整備した道の駅ITSスポットサービスのシステムを納入している。

これら道路情報システムにおける豊富な実績とシステム構築の経験を活かし、今後も最新の技術を取り入れながら道路管理者及び道路利用者のニーズにマッチしたシステムを提供していきたいと考えている。

用語一覧

CCTV : Closed-Circuit TeleVision (ビデオカメラによる監視システム)
DBMS : DataBase Management System (データベース管理システム)
GIS : Geographic Information System (地理情報システム)
HL形情報板 : 道路情報板の表示素子として高輝度LEDを採用した道路情報板。従来の電光式表示板に比べ高解像度で3色表示(赤・緑・橙)が可能
IAサーバ : Intel Architectureサーバ (インテル社のマイクロプロセッサまたはその互換プロセッサを搭載したサーバ)
ICU : Interface Converter Unit (インタフェース変換装置)
LAN : Local Area Network (ローカルエリアネットワーク)
MCM : Micro Computer Multi System (マイクロコンピュータマルチシステム)
MPU : Micro-Processing Unit (マイクロプロセッサユニット)
OS : Operating System (オペレーティングシステム, 基本ソフト)
OSS : Open Source Software (オープンソースソフトウェア)
RS-232C : 米国電子工業会 (EIA) が定めたシリアル通信の規格
TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol (インターネット等で用いられている通信規約)
VICS : Vehicle Information and Communication System (道路交通情報通信システム)
WAN : Wide Area Network (ワイドエリアネットワーク)
マイクロ回線 : マイクロ波を用いた無線通信回線