

(29) 道路管理に最適化した次世代システムの検討

A Study of next computing system optimized for road management

上田英滋¹・有賀清隆²・小原弘志³・重高浩一⁴

Ueda Eiji, Aruga Kiyotaka, Obara Hiroshi and Shigetaka Koichi

抄録：地方整備局や国道事務所等の道路管理で用いるシステムは、現場の個別ニーズに対応して整備してきた経緯により、業務毎の個別システムが複雑に絡み合ったシステム全体となっており、システム構築や維持・管理、運用の面で様々な改善すべき状況を抱えている。そこで、その要因を整理し検討課題を浮き彫りにして、解決策となるシステムの形態や仕組みを検討した。次世代システムでは、分散型データ管理及び次世代システム・アーキテクチャ、共通ユーザ・インタフェースの適用を想定し、そのシステムの具体像を示す。今後は、システム構築に向けた規定・基準類やガイドライン等の整備や、具体例となるシステム設計を進め、現場への展開を図っていく。

キーワード：道路情報システム、システム最適化、分散処理、データ交換、XML

Keywords： Road information system, System optimization, Distributed processing, Data interchange, XML

1. はじめに

国土交通省の道路管理の現場では、様々な道路情報を共有し、効率的な業務を実施することが求められている。しかし、道路管理で用いる様々なシステムは、現状、情報交換・共有に支障が生じている。更に、システムの管理においては手間やコストが掛かるものとなっており、改造・更新においては部分的な実施が困難であったり、システム間の接続に膨大な調整作業が必要となる等、非効率なシステムとなっている。

そこで、筆者らは、現状システムの課題に対し、ICT (Information and Communication Technology) の進展を背景とした Web (World Wide Web) 技術や XML (Extensible Markup Language) 技術を用いてシステム構築の最適化を図る研究を行っており、次世代システムの構築を目指している。

筆者らは、既往の「道路管理に最適化したシステムアーキテクチャの検討」¹⁾において、現状よりも柔軟かつ効率的なシステム構築手法を適用することで、システム間のデータ流通及びシステムの部分的な変更において自由度の高いシステム全体を構築する検討の方向性を示した。本報告は、この方向性を踏まえ、具体的なシステム構築に向けた次世代システムの形態や仕組みを検討するものである。

本検討においては、地方整備局 (以降、地整) や国道事務所 (以降、事務所) の様々なシステム、及び各地整からの情報を集約する全国道路情報共有システムの現状を総括した課題を整理し、その解決策となる最

適化したシステムの仕組みとなるよう考慮した。また、これを構成する様々な個別システムのシステム間通信については、規格化を進めている「次世代道路通信標準」¹⁾²⁾ (以降、次世代 RCS (Road Communication Standard)) や、既に公表している「空間情報連携仕様」³⁾を適用し、相互接続性や将来の拡張性の確保を図った。

2. システムの現状と課題の抽出

(1) システムの現状

地整や事務所等では、道路の維持管理を効率的にサポートする様々なシステムを整備している。代表的なシステム全体の構成を図-1に示す。

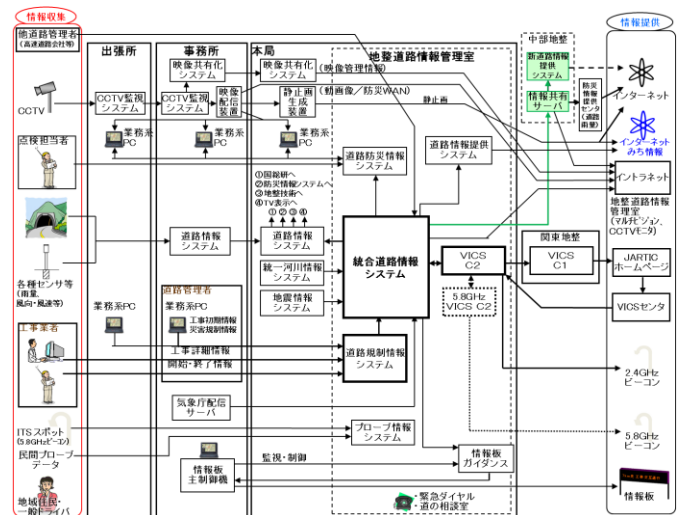


図-1 現状の代表的なシステム全体

- 1: 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地, Tel:029-864-4916, E-mail:ueda-e924f@nilim.go.jp)
- 2: 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室 (E-mail:aruga-k924a@nilim.go.jp)
- 3: 非会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室 (E-mail:obara-h82ad@nilim.go.jp)
- 4: 正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室 (E-mail:shigetaka-k258@nilim.go.jp)

この様々なシステムは、特定の業務に向けて、観測装置や現場設備の管理システム等から導入が進んだ。その後、様々なシステムの保有する様々な情報への一元的なアクセスを目的として、地整や事務所に道路情報システムが整備された。また、地整間の情報共有や本省の施策立案・管理に活用するため、様々な情報が全国道路情報共有システムに集約された。

業務毎に構築された個別システムを連携させたシステム全体は、システム配置や機能分担が複雑に入組み継接ぎの状態となっている。更に、各システム間は接続毎に独自の通信インタフェース（以降、通信 I/F）となっていることが多く、元々は同一であったデータが様々な経路を辿る過程において重複して管理されている場合もある。これにより、部分的な切分けが難しく肥大化したシステム全体となっている。

(2) 状況分析と課題の抽出

このように管理の現場から構築された様々なシステムは、現場ニーズを反映したシステム機能を備えるが、反面、様々な改善すべき状況を抱える。そこで、それぞれの改善すべき状況を生じさせている要因を整理し、システム構築における検討課題を抽出した。

図-2に示す通り、六項目の改善すべき状況の要因が挙げられ、この解決に向けた次世代システムで見直すべき課題として次の三つの検討課題を抽出した。

- ・現状の集約型データ管理に対する「システム全体のデータ管理の見直し」
- ・継接ぎ状態のシステム全体構成に対する「次世代システム・デザインの検討」
- ・様々な情報を俯瞰する手段としての「共通ユーザ・インタフェース（共通ユーザ I/F）の検討」

この何れの検討課題も、現状システムが整備されてきた構築プロセスに起因するものと考えられる。今後の最適化したシステム構築を行うには、これを解決するシステムの形態や仕組みが必要である。

3. 次世代システムの検討

(1) システム全体のデータ管理の見直し

これまででは、データ伝送速度が十分に得られない通信回線の下で、情報を利用する場面に近い位置で利用者に合わせて加工されたデータを集約して管理しておく必要があった。この集約型データ管理（図-3）は、データの重複管理やシステム全体の複雑さを助長している。また、データ交換におけるシステム間の通信 I/F が接続毎に独自であることと相まって、データ項目の変更・追加を困難にし、システム管理コストの増大を招いている。

a) 分散型データ管理への着目

このような集約型データ管理の問題点を解消するため、分散型データ管理¹⁾の有効性（図-3）に着目した。分散型データ管理では、データ生成箇所でデータ管理を行い、データ利用者やシステム機能は必要に応じてその管理元から欲しいデータのみを取得する。これを実現する上では、システム相互が必要時に自律的に通信接続できることや、システム間のデータ要求や応答に共通かつ理解し易い通信プロファイルとデータフォーマットが必要である。更に、柔軟にデータ項目の変更にも対応可能なことが求められる。

b) 分散型データ管理を実現するシステム間通信

そこで、分散型データ管理をシステム全体における共通の仕組みとする上で、Web 技術を用いた XML ベースの次世代 RCS の適用¹⁾を検討した。

XML を用いた通信の重厚長大な通信パケットを伴うという従来の課題は、近年の ICT の進展や通信環境の技術革新を背景に問題とはならないレベルにあるものと考えている。実際に、著者らによる次世代 RCS の素案を用いたデータ交換の通信実験では、図-4に示

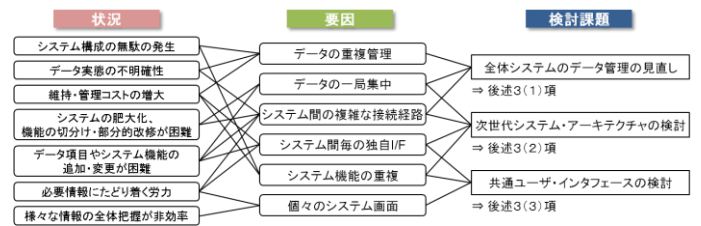


図-2 状況分析と検討の抽出

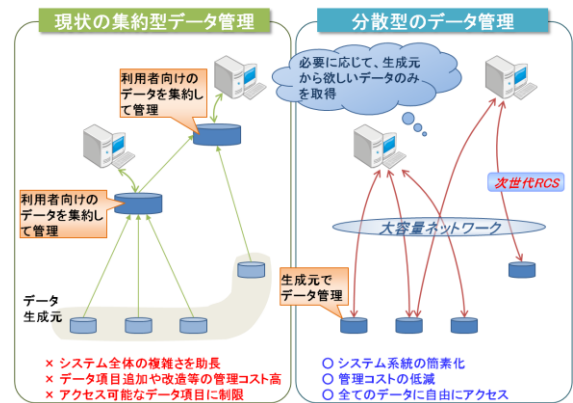


図-3 集約型と分散型のデータ管理

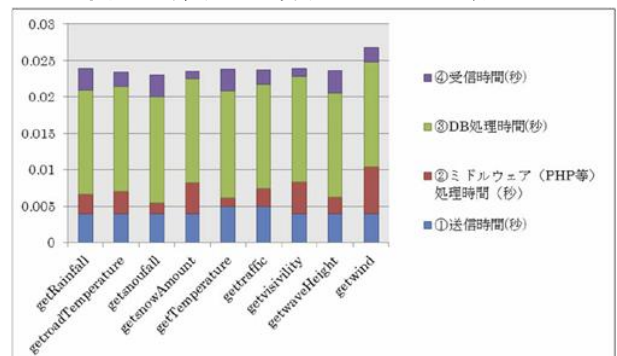


図-4 次世代 RCS のデータ交換時の通信時間

す結果が得られている。このグラフは、システム間において、例えば左端の「getRainfall」では、雨量データを20件（40kB程度）取得した際に掛かった時間を示している。他も同様に、それぞれ20件のデータを取得した際のものである。何れの場合も0.03秒程度となっており、道路管理に用いる上で十分に適用範囲内にあるものと考えている。

このような実現性の確認をした上で、次世代システムでは分散型データ管理の適用を図るものとした。

(2) 次世代システムの形態と仕組みの検討

現状のシステム全体では、情報の収集、処理・蓄積、表示等のシステム機能を、個別システムのそれぞれが実装し、機能的な重複やデータの重複管理が生じている。また、システム間の連携は、相互のデータの保有状態や通信回線の状態等に左右され、論理的に最適な経路を迂回する等、必要な相手以外とのデータ交換が発生し系統が複雑化している。

a) システム機能の再配置により最適化した次世代システムの形態

このシステム機能の重複や系統の複雑さを解消するため、前項(1)に述べたシステム全体の分散型データ管理への移行と同時に、システム機能を機能毎に分類して整理・再配置を図る。これにより、システム全体を三層構造に分類してシステム機能を構築し、システム機能間の連携を標準化するシステム・アーキテクチャが得られ、次世代システムの最適化したシステム全体構成イメージ¹⁾が導かれた(図-5)。

整理・再配置されたシステム機能は、システム全体を構成する個別システムに相当し、その連携する通信部分(図-5中の赤矢印)に次世代RCSを適用する。データ交換に標準化した方法を適用することで、各システム機能は互いの接続先と入出力内容が特定できれば、相手の処理内容を意識せず自由にデータ交換が可能となる。

これにより、システム全体における内部重複の無駄が軽減される。また、システム間の自由なデータへのアクセスとシステム機能のブロック的な構築が可能となり、新たな機能要求に対してもシステム機能の改造や追加等に柔軟に対応できる。

b) 次世代システムの実現の仕組み

前節a)のシステム構成を実現する上では、個々のシステムがそれぞれデータを保有し、システム間でデータの所在を共有して自律的にデータ交換を行うP2P(Peer-to-Peer)方式が必要となる。このP2Pネットワークにおいて、システムは通信対象のノードと表現される。このとき、どのノードが何のデータを保有して

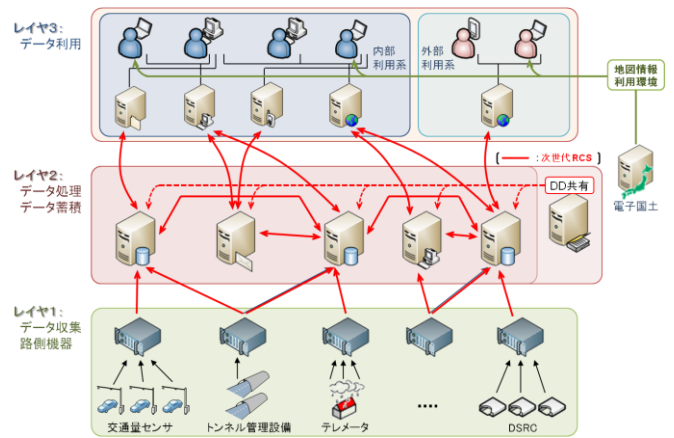


図-5 次世代システム構成イメージ

表-1 インデックス情報の管理方式比較

	ハイブリッドP2P	ピュアP2P	スーパーノード型P2P
インデックス情報の管理方式			
構築の容易さ	◎	△	○
検索効率	○	△	○
耐障害性	△	◎	○

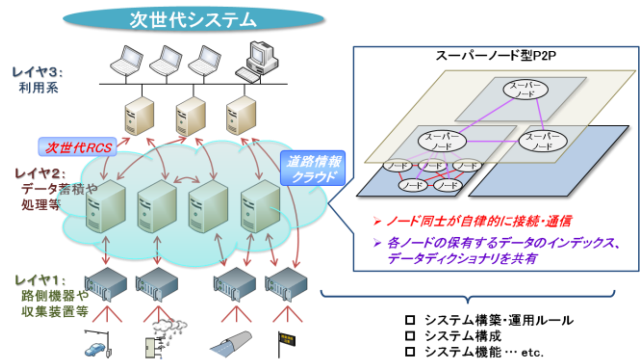


図-6 次世代システムの実現構成

いるのかを検索して知る仕組みが重要となる。

この検索を効率的に行うには、検索のためのインデックス情報を管理する仕組みが必要であり、一般的な三つの仕組みを道路管理に用いることを考慮した項目で比較した(表-1)。この結果、次世代システムでは、各項目でバランス良い特徴を持つスーパーノード型P2Pを適用することとした。

次世代システムをスーパーノード型P2Pで構成するイメージを図-6に示す。各レイヤの個別システムがP2Pネットワークのノードとなり、別途もしくはノードの何れかにスーパーノードを構築する。スーパーノードは配下ノードのインデックス情報を管理し、ノードはスーパーノードに問合せることで、欲しいデータを保有するノードの所在を知ることができ、そのノードと次世代RCSを用いてデータ交換の通信を自律的に行う。

なお、次世代RCSでは、この各ノードが自身の保有するデータのデータ定義及びインタフェース定義を公

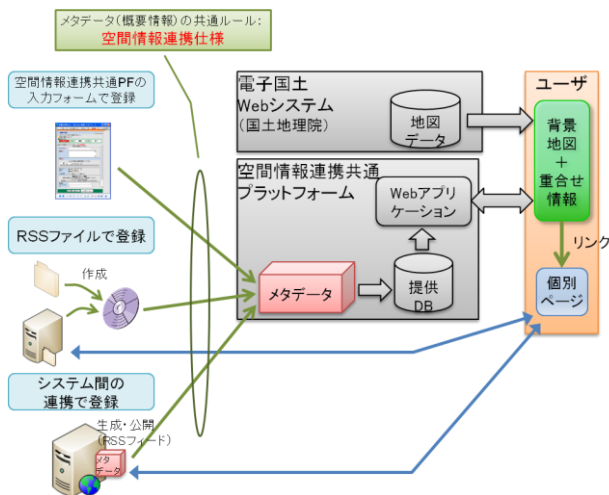


図-7 空間情報連携共通 PF の概要

開することになっている。これをノード間で共有することで、ノードのデータの保有やノード間のデータ交換におけるデータ項目の変更等にも、システムの柔軟に対応できる。

(3) 次世代システムにおける共通ユーザ I/F の検討

現状のシステム全体では、業務毎の個別システムのユーザ I/F を開かなければ保有する情報の所在や有無が分からない。また、様々な情報を一覧するにはデータを集めたり表示画面を作り込む等、膨大な手間とコストが必要となっている。管内や周辺の全体の情報を俯瞰する手段の不足は、道路状況の把握に時間が掛かる等の支障を生じさせる。

そこで、図-5 中のレイヤ 3 に適用するシステムの一つとして、筆者らの開発している空間情報連携共通プラットフォーム（以降、空間情報連携共通 PF）の活用を検討した。空間情報連携共通 PF は、国交省が公開している地理空間情報プラットフォーム⁴⁾に採用されている技術である。この技術は、各システムの保有する様々なデータのメタデータのみを収集し、地図上にマッピングして一元的に閲覧可能とする。

a) 空間情報連携共通 PF の仕組み

空間情報連携共通 PF は、情報元から空間情報連携仕様による XML で記述する RSS (Really Simple Syndication) 形式のメタデータを集約する。これを、国土地理院の電子国土⁵⁾を用いた背景地図にアイコンや図形（点、線、面）の形でマッピングし、Web 画面で提供する。アイコン等からメタデータの内容（概要情報）や情報元の詳細画面等への URL を表示することができる。メタデータの登録は、RSS フィードの収集、RSS ファイルの手動登録・E-Mail 受信、Web 画面で提供する入力フォームによる手入力の方法がある。この概要を図-7 に示す。

b) 次世代システムへの適用

図-5 中のレイヤ 1～3 の情報元となる各システムは、情報共有すべきデータのメタデータを生成して RSS フィードを準備する。空間情報連携共通 PF は、登録された RSS フィードの URL を元に、各システムを跨る様々な情報のメタデータを収集する。

この適用により、様々な情報を空間的に俯瞰でき、状況把握等の業務の効率化や、業務横断的な情報把握による業務の高度化が期待できる。また、情報元となる各システムへの機能要求が比較的軽微であり、早期の実現も期待できる。

なお、今後、空間情報連携仕様と次世代 RCS との連携や規格の統合化も検討する予定である。

6. おわりに

現状システムの課題を解決するため、従来からの集約型のデータ管理を分散型に改め、次世代システム・アーキテクチャを適用し、システム間において XML ベースの次世代 RCS 及び空間情報連携仕様で情報交換・共有を行う次世代システムについて、具体化に向けたシステムの形態と仕組みを検討した。次世代システムでは、システム構築の効率化が図られ、円滑なデータ流通を実現し、業務の効率化・高度化に資するものである。また、システム構築後に発生する改修や新たな機能要求等にも柔軟に対応できる。

今後は、この次世代システムの基礎検討に基づき、システム構築のための規定・基準類やガイドラインの整備と具体例となるシステム設計を進める。また、地整等のシステムの移行計画と合わせて、現場への展開を図る予定である。

謝辞：本検討において、各地方整備局や国土地理院の関係各位に、既存システムや電子国土に関する情報提供等のご協力を受け賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 上田英滋, 有賀清隆, 小原弘志: 道路管理に最適化したシステムアーキテクチャの検討, (社) 土木学会 情報利用技術委員会, 第 36 回情報利用技術シンポジウム「土木情報利用技術講演集」, 2011.9.
- 2) 小原弘志, 橋本裕也: 次世代道路通信標準の策定への取り組み, (社) 建設電気技術協会, 建設電気技術 2007 技術集 pp.175-178, 2009 年.
- 3) 国土交通省 国土技術政策総合研究所: 地理空間情報連携仕様 Ver.1.01, 平成 20 年 5 月.
- 4) 国土交通省: 地理空間情報プラットフォーム, <<http://www.spat.nilim.go.jp/home/>>, (入手 2012.7).
- 5) 国土交通省 国土地理院: 電子国土ポータル, <<http://portal.cyberjapan.jp/>>, (入手 2012.7)