

い。ユニキャスト、キャッシュサーバ分散配置及びマルチキャストによる映像ストリームの状況を模式的に図-2に示した。表-1は、各リンクにおける最大トラフィック量(ストリーム数)を示す。 ϕ 、 δ はそれぞれブランチのルータ数とそのルータに接続する受信システム数を表す。インターネット上のストリーミング配信サービスでは、様々なレベルのルータ等に対応する必要がある、また、ネットワーク負荷を低減させるインセンティブが大きく働かないことから、マルチキャスト技術が普及していない。しかし、サーバ方式は、情報システム技術なので、画像符号化方式の変更やシステム構成の変化(カメラの追加など)など、今後想定される要件に対応した改良や拡張を適宜しなければならない。これに対し、マルチキャストは、純粋なネットワーク技術であるため、アプリケーションの変更などに影響を受けない。

国土交通省内のネットワークでは、設備の仕様を規定することが可能であること、並びに、ネットワーク負荷低減による経済性の向上が明確であることから、コストや拡張性に優れている「マルチキャスト」を採用した。

2.3 IPマルチキャスト経路制御プロトコル

IPマルチキャスト経路制御プロトコルは、RFCの状況や適用事例・製品といった完成度や方式の特性(ユニキャ

スト経路制御プロトコルに対する非依存性)から、PIM (Protocol Independent Multicasting) を選択した。PIMは、基盤となるユニキャストIPの経路制御機構に依存することなく、IPマルチキャストパケットの経路を制御できる。PIMにはスパースモード (SM: Spares Mode (疎モード)) とデンスモード (DM: Dense Mode (密モード)) という二つのモードがある。

PIM-DMのFloodingによるトラフィックは極めて大きなものとなり、ネットワークの負荷として耐えられなくなることに加え、ルータに対しても大きな負荷がかかることが算出された。PIM-SMは、マルチキャストデータを流し始めるランデブーポイント (RP:Rendezvous Point) の配置、ランデブーポイントの配置情報を統合するブートストラップルータ (BSR: BootStrap Router) の配置といった複雑さがあるものの、本システムへの適用に不可能な特性はない。

以上のことから、本システムの経路制御プロトコルとして「PIM-SM」(RFC2362)が適していると判断した。

2.4 画像符号化方式

画像のデジタル化は、「画像符号化」と称され、もともと相互接続性を重視する通信規格としてCCITT(現ITU-T)で検討が開始されたことから、異ベンダー間の

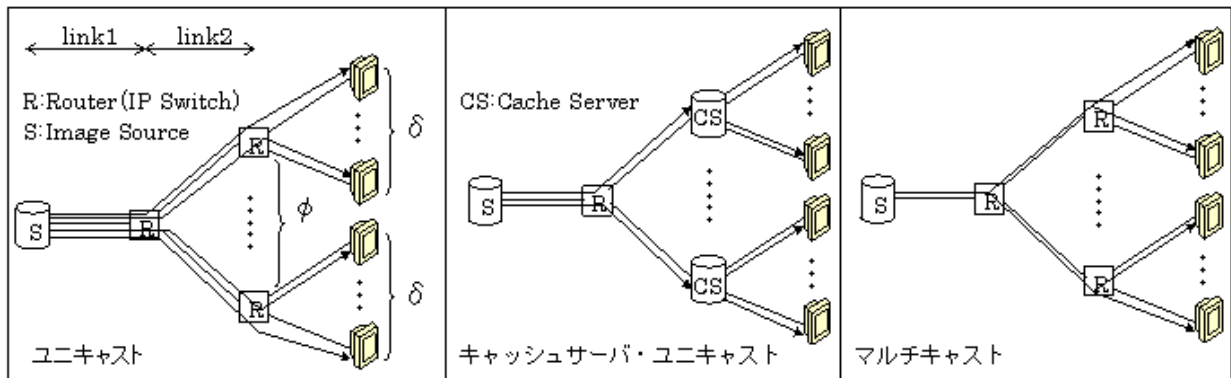


図-2 映像配信の形態

表-1 各配信方式におけるトラフィック及び最大ストリーム数

配信方式	トラフィック		エンコーダの最大送出ストリーム数 (1台当り)
	link1	link2	
ユニキャスト	$S \times \phi \times \delta$	$S \times \delta$	$\phi \times \delta$
キャッシュサーバ・ユニキャスト	$S \times \phi$	S	ϕ
マルチキャスト	S	S	1

送受を可能とするための標準化が行われてきた（現在はISO が担当）。国土交通省の災害対策では、従前から MPEG-2 や MPEG-2 制定以前に国際標準化されていた H.261 と呼ばれる画像符号化方式を利用してきた。画像符号化方式の適用領域と標準確定年を図-3に示す。

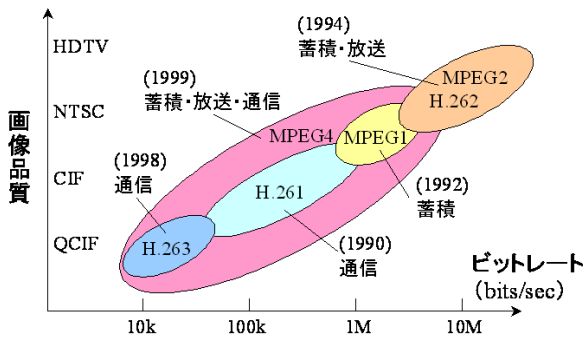


図-3 画像符号化方式の適用領域と標準確定年

国際標準という言葉から相互接続が容易との印象を受ける。しかしながら、MPEGxの実態は、標準化された技術要素の群・集合であり、その中から何を選択して製品に実装するかはベンダーの設計方針により異なる。MPEG-4では、MPEG-4visual、MPEG-4Audio、多重化を規定するMPEG-4systemから構成され、それぞれが複数の選択肢を有する。例えば、広く利用されているWindows Media Technology（マイクロソフト社）は、MPEG-4Visualを採用しているものの、MPEG-4Systemに相当する部分にASF（Advanced Streaming Format：独自方式）を採用している。MPEG-4SystemはMPEG-4version2にてMP4というファイルフォーマットが規定されているが、伝送・制御に依存しない設計となっている。

本システムの画像符号化方式においては、国際標準である MPEGx を採用することが、システムの継続性や調達の公正性等から望ましいと言える。

3. 映像情報共有化システムの構築

3.1 映像情報共有化システム

映像情報共有化システムは、IPエンコーダからIPマルチキャストにより配信される監視カメラ映像のMPEGストリームをクライアントPCやIPデコーダで選択、受信、表示させるシステムである。本システムを利用することで、クライアント毎に要望する道路及び河川の状況を即時的に把握することが可能となる。映像情報共有化システムでは、メタデータ管理サーバを用いて、位置、名称、装

置タイプのような映像ソース（監視カメラ）の諸情報（メタデータ）の管理を行なう。



図-4 映像情報共有化システム画面イメージ

3.2 メタデータ管理サーバ分散連携方式の検討

全国の道路河川管理用の監視カメラを活用した映像情報共有化システムを構築すべく、メタデータを扱うサーバの分散及び連携方式について、以下のように検討を行った。

(1) サーバ機能分散の検討

映像共有化システムが取扱う情報毎に機能分散を図り、データ処理を効率的に実施する。主な機能としては、メタデータ管理機能、Web画面管理機能、静止画像管理機能があげられる。サーバの処理能力及びレスポンス時間、障害時のバックアップ等を考慮し、地方整備局及び事務所間での2階層管理とした。各サーバ機能においては、登録・更新・参照及び分散処理が必要であり、図-5に示す構成とし、データベースの整合性をとることとした。

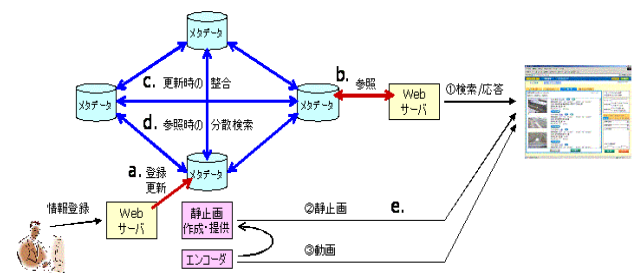


図-5 サーバ機能間連携図

(2) 通信インターフェースの規定

汎用技術であるXML(Extensible Markup Language)を用いて、メタデータの送受信を行なう際の標準インターフェースを図-6のように規定した。また、XMLにおいては、スキーマの定義や構文を規定し、データ項目の統一を図った。図-7においてはXMLによるIPエンコーダのインスタンス例を示す。

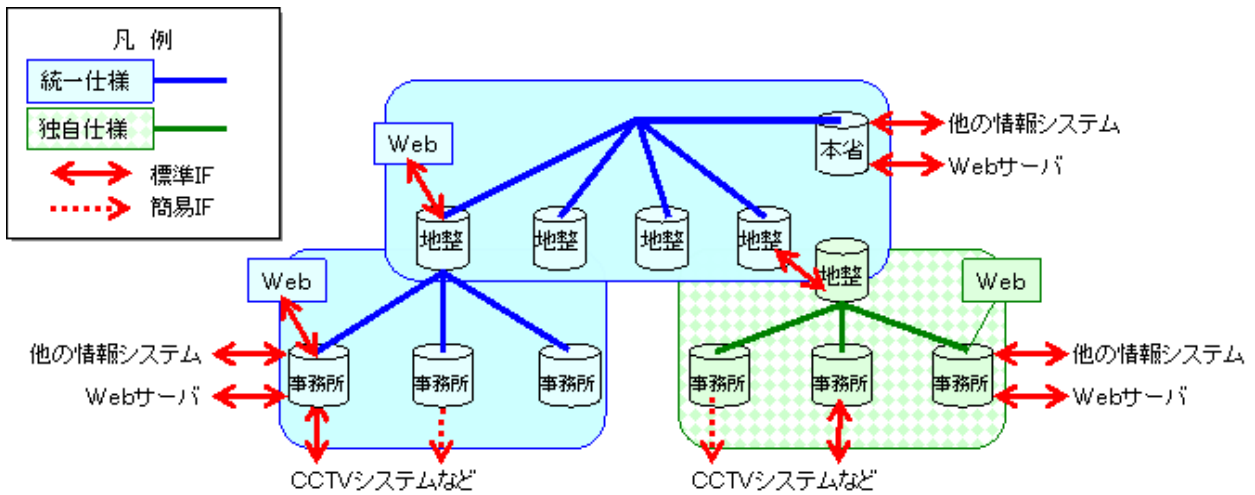


図-6 システム統一化イメージ

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <EncoderInf>
3   <Encoder id="500001">
4     <Enc_EstabLoc> CHUBU REGIONAL BUREAU </Enc_EstabLoc>
5     <Enc_Name> CHUBU REGIONAL BUREAU encoder1 </Enc_Name>
6     <Adr>
7       <DevAdr> 10.184.8.1 </DevAdr>
8     </Adr>
9     <Stream uri="nxtp://234.0.0.1:5000/">
10      <MulticastAdr> 234.0.0.1 </MulticastAdr>
11      <MulticastPortNo> 5000 </MulticastPortNo>
12      <EncodeForm> MPEG2 </EncodeForm>
13      <EncodeRate> 6Mbps </EncodeRate>
14    </Stream>
15    <Stream uri="nxtp://234.0.99.1:5099/">
16      <MulticastAdr> 234.0.99.1 </MulticastAdr>
17      <MulticastPortNo> 5099 </MulticastPortNo>
18      <EncodeForm> MPEG4 </EncodeForm>
19      <EncodeRate> 384kbps </EncodeRate>
20    </Stream>
21  </Video>
22  <VideoId> 59200 </VideoId>
23 </Video>
24 </Encoder>
25 </EncoderInf>

```

図-7 IPエンコーダのXMLインスタンス例

(3) メタデータ管理の運用フローの検討

メタデータの登録、削除等を行なうための運用フローを検討した。大量のメタデータを登録する際は、表作成ソフトウェアの機能を用いて一括登録を可能とした(図-8)。また、登録後、個々の修正を行なうためにWeb画面管理機能に編集機能を持たせ、システム運用後の管理が容易に行えるものとした。

(4) 共通ソフトウェアの作成及び配布フローの検討

全国で統一されたシステム運用に向け、共通ソフトウェアの作成及び配布フローを検討し、全国約300カ所の

整備局及び事務所に配布した。地方整備局等での運用を考慮し、データベース部分の共通化を図り、Web機能については、独自の作りこみが可能なように拡張性を持たせた。図-9に示すフローを作成し、一元的にソフトウェアの更新や情報の入手が行えるようにした。

4. 検討成果

本検討は国土交通省内において、XML、SOAP(Simple Object Access Protocol)、HTTP(HyperText Transfer Protocol)等の技術を用いた標準的なインタフェースの整備により、

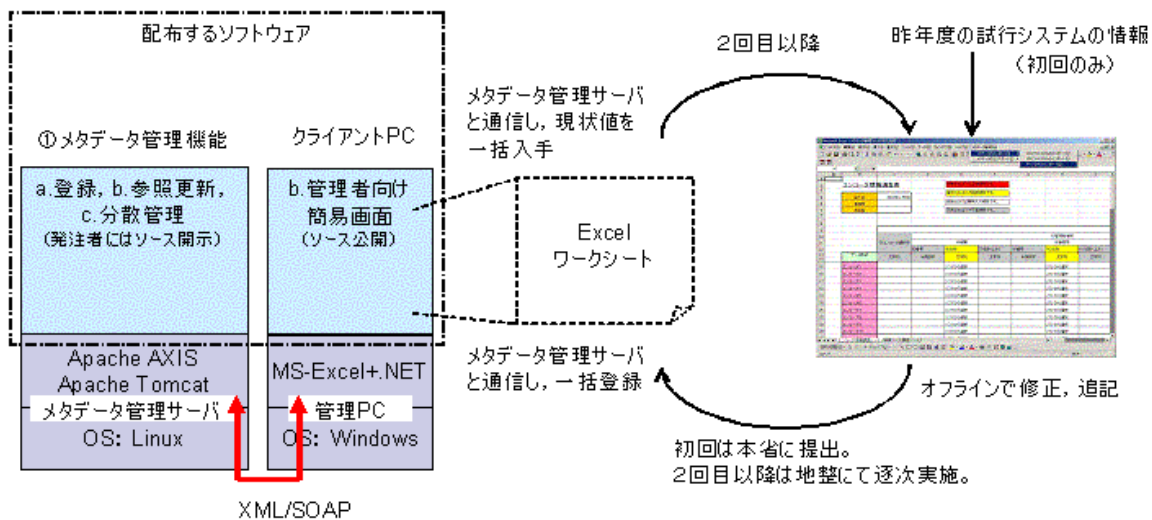


図-8 メタデータ登録フロー

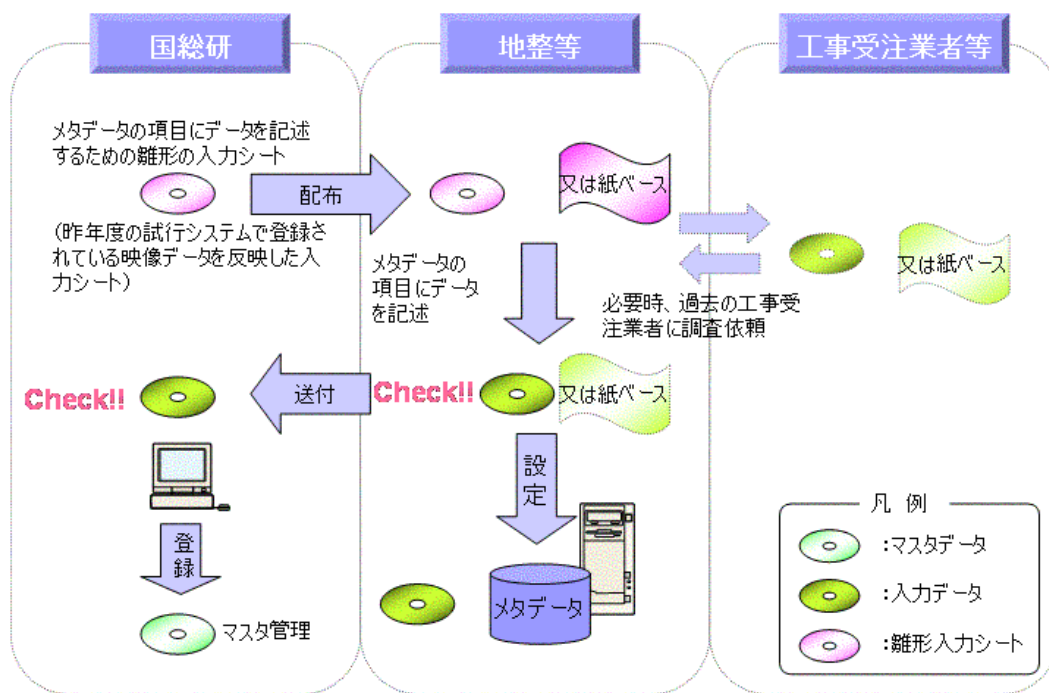


図-9 共通ソフトウェア配布フロー

メタデータ管理サーバ間及びシステム間の連携を図った。

以上により、得られた効果は以下のとおりである。

- ①メタデータ管理サーバの分散化によりサーバ負荷が軽減され、リアルタイムな映像配信処理が可能となった。
- ②災害時の危険分散として、回線障害等により事務所のネットワークが孤立した際でも、システムは事務

所で独立して運用を維持できるようになった。

- ③メタデータ管理サーバ間のプロトコルに XML on SOAP/HTTP を用いた標準的なインタフェースを整備することで、マルチベンダ性を確保した。
- ④異なるシステム間における連携が可能となり、映像情報のデータベースを確立した。これに伴い、さまざまなシステム上で映像情報を表示することが可能

となり、道路・河川管理業務における利便性が向上される。

- ⑤映像情報共有化システムを用いることで、詳細な現場の状況が把握可能となり、道路・河川管理業務において迅速な対応が可能となる。

5. 今後の課題

災害時などの地方自治体等、関係機関への情報提供をはじめとする国土交通省の映像に対するニーズに応えるためには、法制度上の整理も含め、より詳細な検討が必要となる。インターネットや第3世代携帯電話（IMT2000）を用いた映像配信には、通信会社やインターネットプロバイダーを経由することとなり、各会社の既存設備、セキュリティ、経営戦略などから制約がある。すなわち、プロバイダのストリーミング配信サービス約款や、携帯電話会社のサーバ使用等の条件に従わなければならない。本システムとは異なる伝送速度、アドレス、ストリーミング方式へ変換が必要となる。また、映像情報を不特定多数端末に配信することは、被写体のプライバシー等に関する課題も多く、今後の検討が必要である。

6. まとめ

本研究では、インターネットや光ファイバー等の通信技術を用い、映像情報を共有化して道路・河川管理者が目的に合わせて自由に映像を選択できるようにすることに加え、地方自治体等、関係機関も視野に入れた「映像情報共有化システム」の設計技術及び運用方法の検討を行った。

「いつでも」、「誰でも」、「全国どのカメラの映像でも」見ることができるシステムの実現には、具体的な制約が数多く存在する。さらに、本システムを実現するための映像通信技術は最先端のもので日々発展していること、並びに国土交通省という巨大なネットワークへの適用を考えると、こうした実証的研究は他に例を見ない。

本研究により、国土交通省内における映像情報共有システムの展開に必要な基盤技術の標準化が図られ、サーバ分散及びシステム連携の利便性が向上できた。今後は基準の普及を図り、進展の激しい映像伝送技術を取り込み、一層の利便性の向上を図っていきたい。