

CCTV 映像の地方自治体・住民への提供に関する研究

大臣官房技術調査課電気通信室

国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報研究官・情報基盤研究室

東北地方整備局企画部情報通信技術調整官・情報通信技術課

関東地方整備局企画部情報通信技術調整官・情報通信技術課

近畿地方整備局企画部情報通信技術調整官・情報通信技術課

1. はじめに

国土交通省は河川や道路等の公共施設を管理するために、全国約 14,000 箇所に CCTV カメラを設置し「映像情報」を収集しており、自ら整備した高速 IP(インターネットプロトコル)通信網を使用し、省内における映像情報の共有体制を整備している。

また、住民や地域の安全・安心を確保するため、災害情報の提供や広報の積極的活用によって、「分かりやすい情報提供」、「自助・共助・公助のバランスのとれた地域の防災力の再構築」、「関係機関との防災情報共有」に取り組んでいる。

「映像情報」は、降雨・出水状況の把握や洪水等の災害の危険性が実感できる、理解しやすい情報であり、また、施設管理の迅速化や災害対策を含む安全・安心基盤の確立を図る上で、重要なコンテンツとなり得る。

本テーマでは、「映像情報」の提供の取組みとして、以下の二点について調査研究を行った。

- ・ 地方自治体の住民に対する「公助」を支援する方策として、地方自治体へ映像情報を、低コストかつ確実に提供する手法
- ・ 住民が自らの安全を守る「自助」や地域の安全を守る「共助」を支援する方策として、住民へ映像情報を、低コストかつ効率的に提供する手法

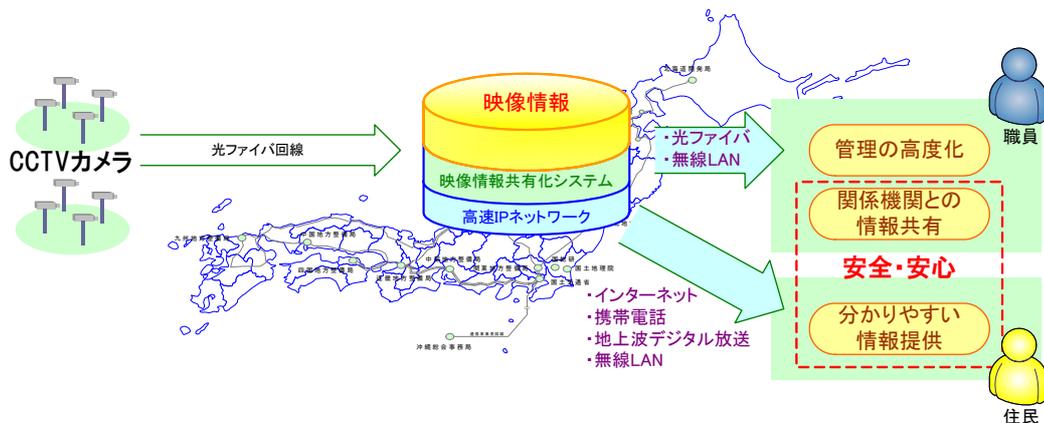


図-1: 映像情報を中心とした連携イメージ

2. 地方自治体・住民への情報提供の現状と課題

2-1 地方自治体への情報提供の現状と課題

国土交通省は地方自治体に対して、高速・広帯域かつ輻輳のない自営光ファイバ接続によって、分かりやすい映像の提供を行っており、平成18年3月現在で約230箇所を整備しており、平成19年度末までに約400箇所の接続を目標とし整備を推進している。

しかし、地方自治体側の厳しい財政事情から、光ファイバによる接続が進展しないところがあると共に、光ファイバの敷設作業に期間を要するため、迅速な情報提供体制の整備には相当な期間を要する状況となっている。



図-2: 地方自治体に提供している映像の例

2-2 住民へのメディア別情報提供の課題

住民に対する映像情報の提供手段として「放送」、「インターネット」等を利用した場合、以下の課題がある。

【放送】

- ・情報が放送事業者から住民への片方向の提供である
- ・住民が必要とするときに情報を得られるとは限らない

【インターネット】

- ・現状の形態は定期的に更新する静止画や蓄積映像の提供が中心でリアルタイム性に劣る
- ・設備の性能から多数の同時アクセスがあった場合は輻輳により情報提供が出来ないこともある

3. 地方自治体に向けた無線アクセスによる映像提供モデルの提案

2. で述べたように、光ファイバによる情報提供体制の整備には相当な期間とコストを要する状況となっているため、光ファイバ整備を代替、補完する方法として、無線を利用した無線LAN、無線アクセス(狭義)、FWAの無線アクセスの活用を検討する。

無線アクセスは、伝送容量こそ光ファイバに劣るものであるが、無線により地点間を接続するものがあるため、伝送路の構築に要する期間は短く、整備に必要なコストが安く済むため、自営光ファイバによるネットワーク構築が難しい場合の代替、補完(ラストワンマイル接続ⁱⁱ)や、災害時における臨時回線の設営に有効な伝送ツールになり得る。

本章では、地方自治体との連携を目的とした無線アクセスによる映像提供モデルの提案と実証実験結果に基づく実用性、課題について報告する。

3-1 現状における使用可能な無線アクセス技術の比較

電波法では、無線局免許が不要な無線LAN用の電波として、2.4GHz帯、5GHz帯、25GHz帯の周波数の使用が許可されている。2.4GHz帯及び5GHz帯の装置は市販されており、特に伝搬特

ⁱ 対象は市町村および特別区

ⁱⁱ 最後の1スパンの接続

性に優れた 2.4GHz 帯無線LANは広く利用されている。なお、5GHz 帯の無線LANは屋内専用であるため、今回の検討対象から除いている。

また、自治体が公共業務用として無線局の免許を取得することを前提に、利用が可能なシステムとして、5GHz帯の無線アクセス(狭義)や18GHz帯のFWAがある。これらは、高速・大容量のIP伝送が可能であり、かつ公共用として長距離伝送が可能であることから比較の対象としている。各無線アクセス装置の特徴を表-2に、距離を条件とした場合の適用イメージを図-3に示す。

表-2: 各無線アクセス装置の特徴

装置 選定ポイント	2.4GHz 無線LAN		25GHz 無線LAN	5GHz 無線アクセス	18GHzFWA
	(1)通信距離	5km以下	10km以下	2km以下	10km以下
(2)伝送速度 ①無線速度 ②実効速度	①最大 54Mbps ②20Mbps 程度	①最大 36Mbps ②10Mbps 程度	①最大 80Mbps ②32Mbps +32Mbps	①最大 54Mbps ②20Mbps 程度	①最大 100Mbps ②ほぼ 100Mbps
(3)電波環境 ①空きCH ②見通し	①空き CH 確保必要		①現状、確保が容易	①免許により取得	①免許により取得
(4)無線局免許	不要	不要	不要	必要 (公共用)	必要 (公共用)
(5)セキュリティ	普通	普通	強固	強固	強固
(6)価格	安価	安価	やや安価	やや高価	高価
(7)降雨の影響	比較的受けにくい	比較的受けにくい	受けやすい	比較的受けにくい	受けやすい

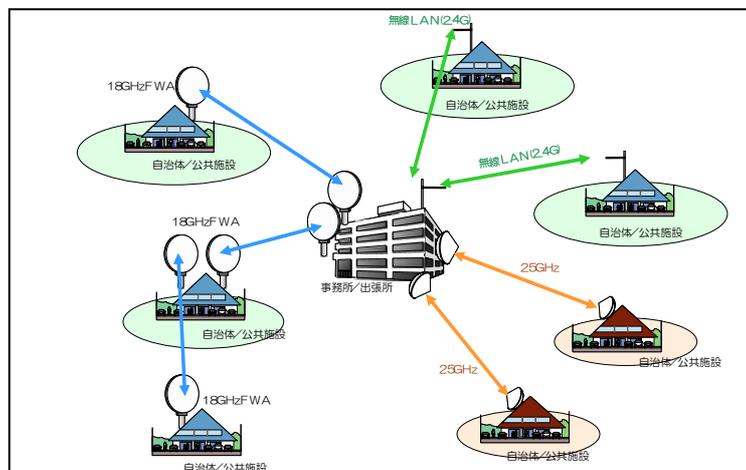


図-3: 無線LAN、無線アクセス、FWAの接続イメージ

3-2 実証調査

無線LAN、無線アクセス、FWAのうち、自治体への展開を考慮し、低コストかつ無線局免許が不要な無線LANの使用を最優先とし、実際の環境における映像伝送試験を全国7箇所で行った。（図-4:参照）

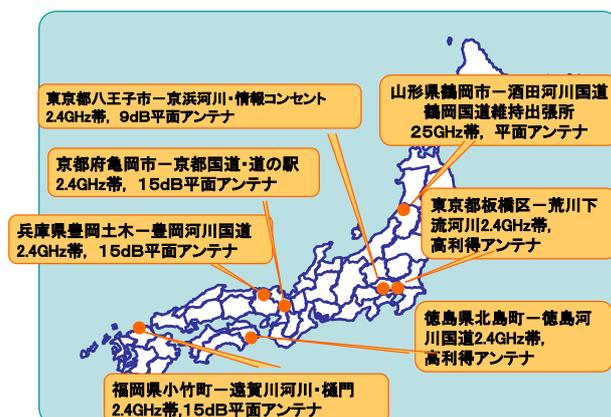


図-4: 映像共有のための無線LAN実証実験箇所

3-3 確認項目および結果

(1) 確認項目

確認項目は表-3 のとおり。

表-3: 確認項目表

項目	目的	判定
チャンネル使用状況	干渉の可能性のある周辺電波状況の確認	チャンネル使用が無いこと
スループット	周辺電波環境による無線回線のスループットへの影響を確認	70%以上であること
パケットエラー率	周辺電波環境による無線回線の安定性を確認	10%以下であること
パケット遅延	周辺電波環境による伝送時間からデータ到達にかかる時間を確認	100ms 以内であること
揺らぎ	伝送データの再現性(無変異)を確認	50ms 以内であること
映像品質	実際の映像の乱れやブロックノイズを確認	乱れやノイズが無いこと

(2) 結果

得られた結果は、次のとおり。

表-4: 試験結果

システム	実験区間		距離	空きチャンネル (使用チャンネル /全チャンネル)	スループット	パケット エラー 率	1映像伝送時			2映像伝送時			3映像伝送時		
	自	至					パケット 遅延	揺らぎ	映像 品質	パケット 遅延	揺らぎ	映像 品質	パケット 遅延	揺らぎ	映像 品質
25GHz小電力 無線アクセス	酒田河川国道事務所 鶴岡国道維持出張所	鶴岡市役所	1.3km	有	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2.4GHz 無線LAN	荒川下流河川事務所	板橋区役所	4.3km	有(11/13)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	京浜河川事務所	八王子市役所	0.3km	有(10/13)	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	×
	京都国道事務所 (道の駅ガレリア亀岡)	亀岡市役所	0.6km	有(11/13)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○
	豊岡河川国道事務所	豊岡土木事務所	0.4km	有(12/13)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○
	徳島河川国道事務所	北島町役場	4.0km	有(5/13)	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
遠賀河川事務所	小竹町役場	1.4km	無(13/13)	◎	◎	◎	○	○	×	×	×	—	—	—	

◎ … 良好(基準値内)

○ … 概ね良好(基準値内)◎に比べエラー、遅延、揺らぎ、品質低下が認められるが実用に問題なし

× … 基準値外

— … 未実施

※八王子市役所は金属板の近傍にしかアンテナを設置出来なかった

※荒川下流一板橋区役所は実験時間内での回線設定ができなかったため全項目未実施

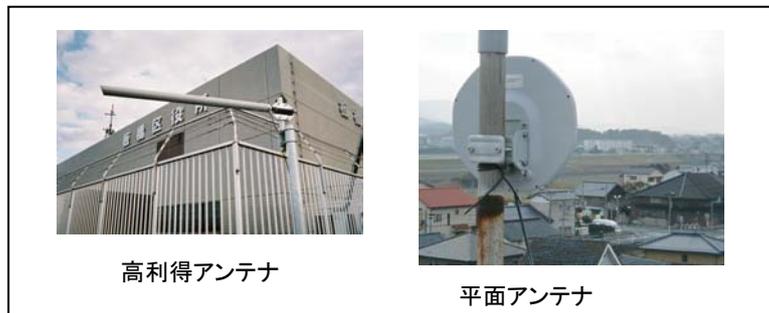


図-5: 実験設備

3-4 まとめ

鶴岡市における実験では、既に多数の 2.4GHz 帯の無線LANが導入されており、輻輳を避けるため、実験では 25GHz 帯無線 LAN を使用したところ、安定した通信品質を得ることができた。他の地域における 2.4GHz 帯の無線 LAN は、周囲の電波環境、アンテナの取付位置により回線

品質が大きく変動すること、アンテナは見通しの確保できる場所に設置する事が必要であり、見通しが確保できない環境(八王子市役所)においてはパケット遅延やパケットエラー率が低下することが確認できた。

また、パケットエラー率が良い値を示している場合であっても、使用チャンネルに空きのない環境(小竹町)では映像伝送が行えないことが確認できた。なお、実証実験を行ったすべての自治体において、2.4GHz 帯のチャンネルは使用されている状況であった。

以上から、整備にあたっては、まず 2.4GHz 帯の無線 LAN を使用して事前調査を行い、各種試験項目(前出:表-3)を満足することを確認し、満足できない項目がある場合には、25GHz 帯の無線 LAN や 5GHz 帯無線アクセス、18GHz 帯 FWA の採用を検討する必要がある。

また、施工にあたっては、アンテナ相互を見通せるよう設置位置を考慮する必要がある。

4. インターネットによる映像提供モデルの提案

総務省が行った平成 16 年「通信利用動向調査」(郵送によるサンプリング調査、配布数 6,400 世帯、回収数 3,695 世帯 http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/050510_1.html)によると、平成 16 年末の我が国のインターネット利用者は、7,948 万人であり、人口普及率で 62.3%、世帯普及率では 86.8%、約 9 割の世帯がインターネットを利用している。また近年、接続環境のブロードバンド化が進んでおり、2005 年におけるその割合は、65.2%であり、インターネット利用世帯の 3 分の 2 となっている。以上の状況から、インターネットによる映像情報の提供は十分目的を達成できる状況となっている。

本章では、インターネットによる映像提供手法の検討と、実証確認結果より実用性、課題について報告する。

4-1 映像提供手法(配信場所)

インターネットを使用した映像提供には、国土交通省が自ら設置したサーバからインターネットへ映像を提供する方法と、国土交通省は ISP(Internet Services Provider)へ映像を提供し、ISP がインターネットへの配信を行う二つの方法がある。各々の状況は以下のとおり。

(1) 自ら設置するサーバによる映像提供

国土交通省が自ら設置したサーバからインターネットへ映像を提供する方法は、現在、国土交通省における情報提供の標準的な方式となっており、事務所ホームページ等を利用し、全国 22 箇所で実施しているが、提供しているコンテンツ(動画・静止画)、提供手法は一定していない。また、平時における利用を前提にサーバの能力やインターネットに接続している回線容量を選定しているため、災害時等の大容量同時アクセスに耐えうるものとなっていない。

表-5 に国土交通省における提供現状を示す。

表-5: インターネット提供現状

	レート画質	提供方法	更新周期
動画提供	28kbps～10Mbps	Real Media 方式 WMV 方式 Motion-JPEG 方式	蓄積動画またはリアルタイム
静止画提供	—	—	1 秒～30 分

(2) ISP による映像提供

災害時等の大容量同時アクセスに対応するため、提供したい映像を ISP 経由で住民に提供する方法がある。ISP は強力な接続回線とライブ中継専用のサーバを擁しているため、アクセス集中時には、コンテンツを暫時変更し、同時に数千人規模のアクセスに対応する事が可能となっている。そのため、国土交通省としては、ISP へ映像ソースを提供するだけの容量を確保すればよい。

また、ISP が自ら各拠点のサーバ負荷を管理して配信ルート制御機能(広域負荷分散機能)を有する設備やサービス品質を維持するための総合監視システムによる監視も行っていることから、運用管理の負担を少なくしながら、映像情報のインターネット配信を行える。

しかし、常時大量の映像を配信する場合は、(1)と比較してコストが高くなる。

4-2 映像提供手法(プロトコル)

インターネットでの映像ストリーム配信には、HTTP ストリームと専用プロトコルを用いたストリームサービスの二つの方式がある。

一般論としては、専用プロトコルを用いたストリーム提供の方が、送信レート制御等に柔軟に対応する事が可能であり、映像品質が優れた配信特性を実現できる。しかし、住民向けでは、住民側のハードウェア、ソフトウェア環境も様々であり、特殊なプラグインソフトには対応できない事も考えられるため、使用するファイル形式は、インターネットで広く普及している Windows Media Video、Real Media 等に対応したものになると考えられる。

4-3 実証実験

国土交通省では、映像情報共有化システム(図-6 参照)を導入しており、本省、地方整備局の本局、事務所等、いずれの拠点からも内部ネットワークに流れる映像を容易にインターネット向けに配信することができる。しかし、内部ネットワークとインターネットの接続点を多数設けることは、セキュリティを確保するうえでの脅威となり、更に多大なコスト負担が必要となるため、接続点を集約した形で映像情報をインターネットに配信する必要がある。この様なことから、集約した接続点(全国2箇所程度)を想定し、設備構成および提供手法を確認するため、接続実験を実施し、以下の項目を確認した。

- ・映像配信に必要なサーバ規模、変換処理能力の想定
- ・インターネット回線を利用した特定ユーザ(登録者)への映像配信
- ・サービスレベルを維持しつつインターネット帯域を効率的に利用する方法

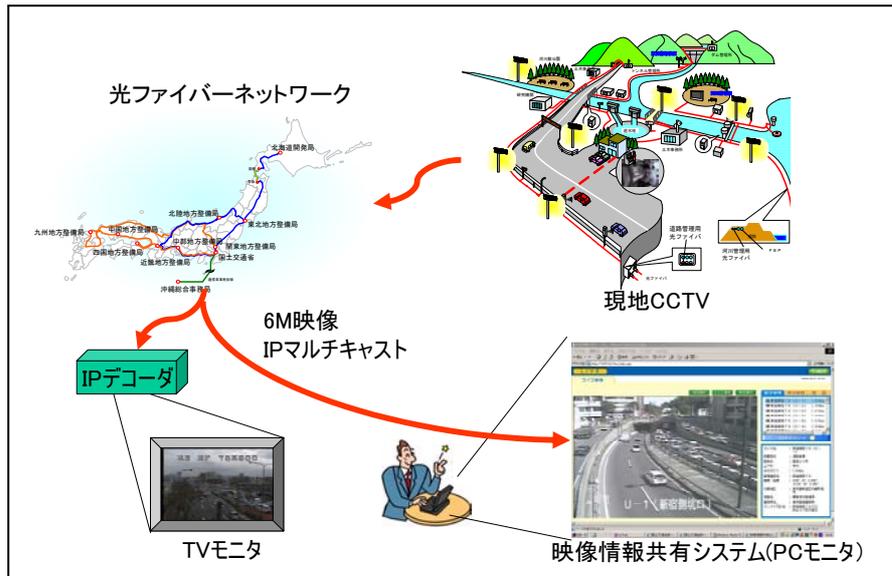


図-6: 映像情報共有化システム

(1) 実験構成

インターネットに静止画を配信するためセキュリティ環境が整備している事務所において、映像情報共有化システムと接続し、メディア変換サーバ(Xeon 3.06GHz × 2CPU(Mem: 2GB))を設置しインターネット配信用の動画にリアルタイム変換し、配信用サーバ(Pentium4 2.4GHz (Mem: 1GB))からインターネット配信を行った(図-7参照)。

また、配信サーバに100Mbpsのネットワークを接続することにより、別途配信サーバの能力の測定(加負荷実験)を行った。

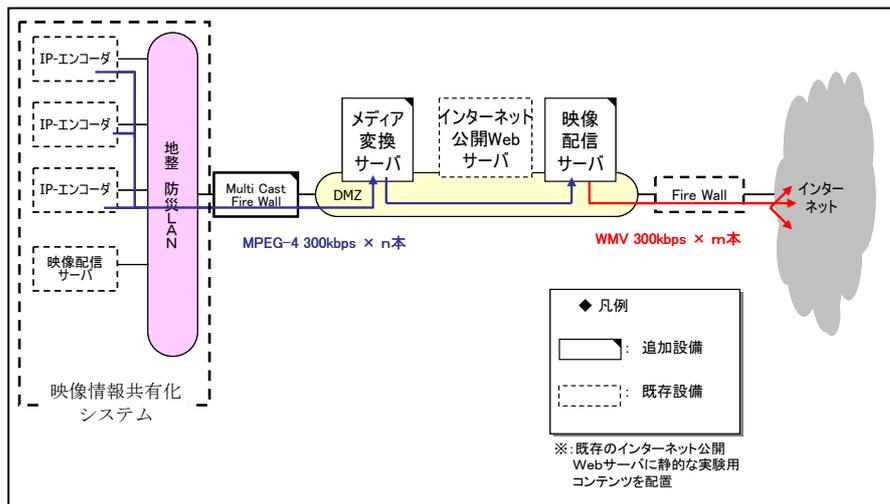


図-7: 実験システム構成

(2) 映像提供方法

実験においては、既にインターネットに配信されている静止画に動画配信を追加するとともに、災害時等におけるアクセス集中時においてもサービスを継続するための手法として再生時間制限付の動画を配信し、表-6に示す3パターンの配信を行った。

表-6: 映像提供方法

配信方法	対象者
静止画配信	一般利用者
動画配信 (再生時間制限)	登録者 (職員等)
動画配信	登録者 (職員等)

また、実験を行った事務所のインターネット接続回線が10Mbpsベストエフォートであったことから、一般に提供されている静止画の提供サービスへの影響を与えないようにするため、動画配信は5Mbpsに固定して実験を行った(図-8 参照)。

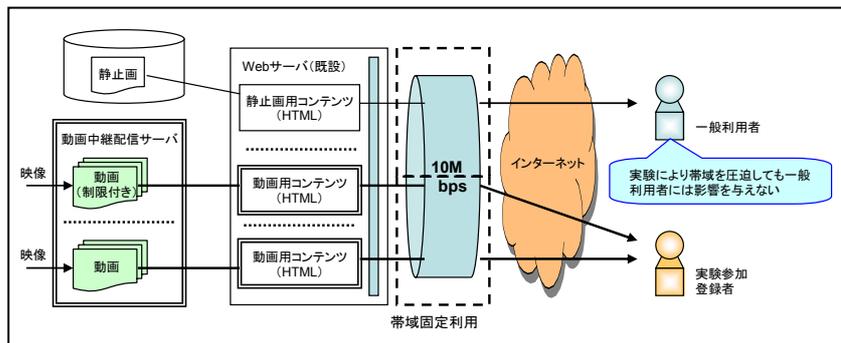


図-8 映像提供方法

(3) 実験結果

○ メディア変換

- ・サーバ1台では、CPUの使用率からみて6映像が現実的な運用レベル
- ・サーバのメモリ使用量は、変換処理上、殆ど影響が無い

以上のことから、メディア変換時に最もボトルネックとなるのは「サーバのCPUの処理能力」であることが確認できた。

○ 配信性能について

- ・配信性能としては、100Mbps容量のネットワークにおいて230本の映像情報を提供したところで、ネットワークの上限を迎えた。
 - ・配信サーバのCPU使用率においては、230本配信時においても引き続き対応が可能
- 以上のことから、インターネット配信時にボトルネックとなるのは「ネットワーク帯域」であることが確認できた。

○ 実験体験者(利用者)からの意見

国土交通省職員 7名、地方自治体職員 1名、調査協力者 14名の実験体験者からの主な意見は次のとおり。

- ・静止画と比較して動画は有効であり、継続して公開してほしいと答えた人は100%
- ・10秒の時間制限がある動画でも静止画と比べ有効と答えた人は55%

・パソコンを使って映像を見る場合、映像品質がある程度低いもの(300kbps 程度)でも良いと答えた人は 77%

今回の実験では、インターネットを利用した動画配信においてはある程度画質が低くても動画の提供は有効との意見が多かった。しかしながら実験参加者が限定されていることから、さらなる検証が必要と考えられる。

また、管理面や肖像権の問題等の対策等事務的なルール整理が必要との意見が確認されている。

(4) まとめ

国土交通省内で利用している映像情報共有化システムで共有している映像をインターネットに配信することに関して、メディア(映像)変換やインターネット配信について技術的に大きな課題がないことが確認できた。またインターネット配信にあたって、提供する映像数を考慮してメディア変換サーバの CPU の処理能力やネットワーク帯域を決定する必要があると確認できた。

4-5 国土交通省におけるインターネット配信の考え方

インターネット接続については、集約化することにより接続箇所を少なくすることで、接続点におけるセキュリティレベルの保持、侵入検知等のセキュリティシステム等の集約化が可能であり、設備投資費用の削減にも結びつく。

また、提供する映像情報についても、「映像情報共有化システム」の利活用により、国土交通省内では既に集約が行われており、全国どの拠点においても映像データを表示、抽出することが可能となっている。

よって、国土交通省の保有する映像情報をインターネットに配信する場合は、以下のような構成が適切と考える。

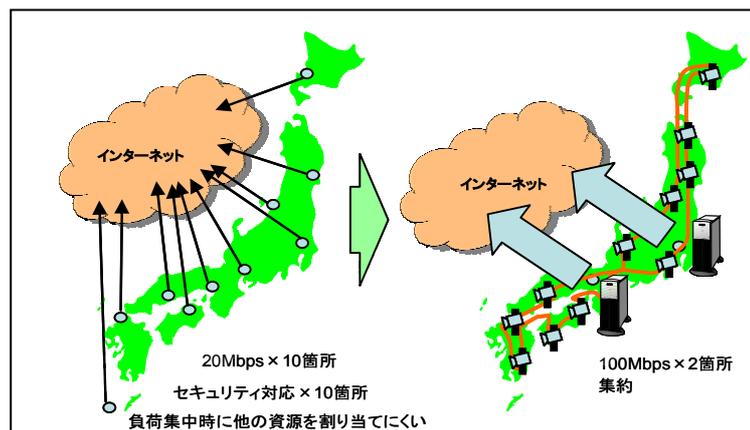


図-9 サーバ集約化のイメージ

全国の代表として2箇所程度、ISP と映像配信に関連するサービスを契約し、映像情報の ISP による配信を実施する。

代表地整のアクセスポイントを経由し、ISP に公開する映像情報を提供することにより、ユーザからのアクセスについては、ISP が対応する。

なお、ISP を活用したインターネット配信を実施する場合、以下の項目を検討し、整理しておくことが必要である。

- 1) 提供事象、提供箇所の優先度の付与
- 2) 提供にあたり代表地整に対する映像提供指示の連絡システムの確立
- 3) 維持費の分担方法
- 4) 帯域不足時における他の拠点配信設備からの映像提供ルールの確立

また、災害時にはより多くの被災地映像を必要とする要望があると考えられるので、その場合にはサイクリック映像として地域、国道、河川等でまとめて配信する手法やマルチ画面(画面分割)等の手法を用い、被災者等のニーズに応える必要がある。また複数の情報を提供する際にかかる帯域を抑制することが必要である。

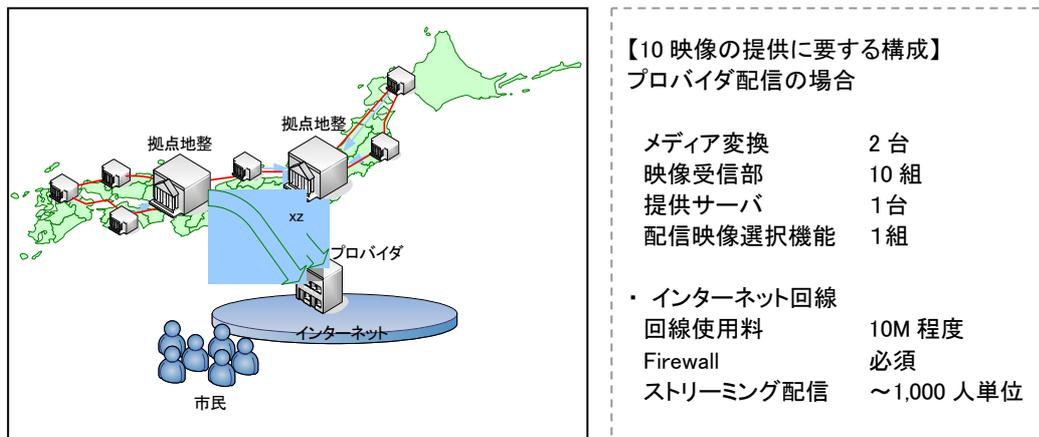


図-10 インターネット映像提供イメージ

5. セキュリティ対策

5-1. 無線 LAN セキュリティ

国土交通省～地方自治体間の接続として無線LAN等による無線アクセスを適用した場合、ファイアウォール(FW)等による通常のセキュリティ対策の他に、「通信内容の傍受」、「なりすまし」、「不正なアクセス」等時代と共に変異するセキュリティ対策が必要となることから、これらを考慮し、無線アクセス部分について、以下のセキュリティ対策を講じる必要がある。

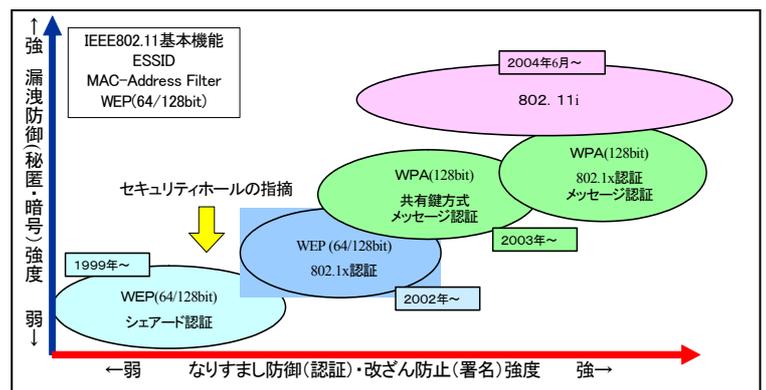


図-11 セキュリティ技術と強度の遷移

- 1) 通信内容の暗号化
- 2) 機器認証、ユーザ認証

これらのセキュリティ対策にあたっては、適用する対策毎にその強度が異なるので、選定にあた

り十分な検討が必要であると共に、セキュリティパッチの更新等強度の維持が重要となっている。
 (図-11参照)

5-2. インターネットへの映像提供と無線 LAN による映像提供を実施する場合のセキュリティ

本項では、無線 LAN を利用した地方自治体への映像提供およびインターネットによる住民への映像提供におけるセキュリティ設備の集約について検討する。

セキュリティを確保する際に、通常設置するファイアウォールや侵入検知設備(IDS)は、外部からの不正パケットや不正アクセスによる侵入を検知、排除するための装置であり、随時侵入方法や不正アクセス方法の手法が進化していることから常に最新のセキュリティパターンに対応する必要がある。

このため、インターネットに対する接続点を集約することにより、地方自治体に対するセキュリティ設備も兼用し、セキュリティレベルを維持しつつ、必要なコストを押さえることが可能となる。

図-11 に無線 LAN 接続、インターネット接続に対するセキュリティ設備を集約したイメージを示す。

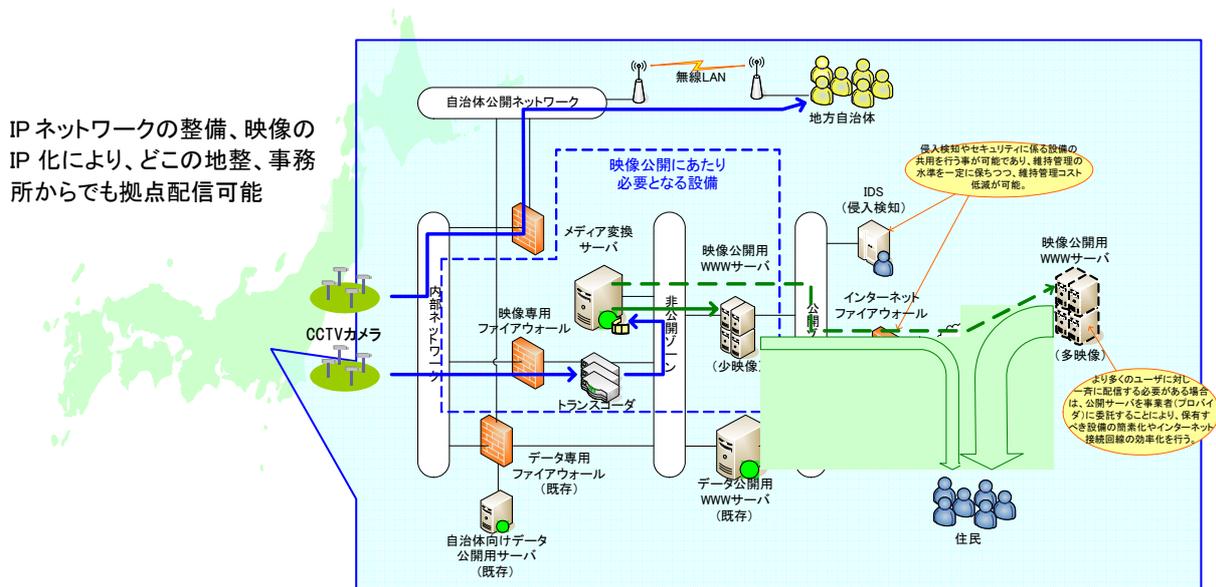


図-11 セキュリティ統合構成図

6. おわりに

本研究では、住民への避難勧告の発令などの地方自治体の判断を支援するために、災害から住民の生命・財産を守る責務を有する地方自治体へ地域に迫っている危険をわかりやすい映像情報で提供するための手法として、現在既に利用可能な無線LAN等の活用について検討を行い、動画像伝送が可能であることなどを実証した。一方、2.4GHz 帯については、企業、個人、行政等、日本各地で利用が進んでいることから、利用にあたっては事前の調査が必要であることがわかった。

また住民に対して直接映像情報を提供するための手法として、ブロードバンド化が進んでいるインターネットを活用した映像配信技術の検討を行い、集約化することでインターネット接続回線やサーバ等の設備に関するコスト縮減、セキュリティ対策に効果があることがわかると共に、インターネット配信にあたって、提供する映像数を考慮してメディア変換サーバの CPU の処理能力やネットワーク帯域を決定する必要があることが確認できた。インターネット配信については、ISPとの契約のあり方、配信映像のプライバシーや肖像権等の問題等の整理や検討が必要である。通信技術の進展やインターネ

ット環境の変化を踏まえ、地方自治体や住民に対して低コストでわかりやすい防災情報の提供を行えるよう今後とも引き続き検討していく必要がある。