

高速 I P ネットワークによる業務アプリケーションモデルに関する研究

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

関東・中部・近畿地方整備局河川部電気通信調整官・電気通信課

1 はじめに

国土交通省は、政府の e-Japan 重点計画に基づき I T 社会の実現に向けて、河川、道路において公共施設管理用光ファイバの全国ネットワークを構築し、ネットワークの高速・大容量化を進めているとともに、施設管理情報等の共有を行うための地方公共団体との相互接続、施設管理用光ファイバの民間開放等を進めているところである。また、平成 15 年 7 月に発表された e-Japan 戦略 II においては、「I T 基盤整備」から「I T 利活用」への進化が提言され、I T 基盤の利活用に必要な方策を進めることとしており、国土交通省においても、今後、光ファイバ等を使用する様々なシステムが増加していくことが想定されることなどから「I T 基盤整備」から「I T 利活用」への進化を図るため、専用通信網の I P 化を進めているところである。

I P とは、インターネットプロトコル（インターネットで標準的に使用されている通信方式）の略称であり、I P 化とは、それぞれの目的に応じて異なる通信方式で整備・運用されてきた複数のネットワーク及びサービスを共通の通信方式として I P に統一するものである。国土交通省の専用通信網は、この I P 化を推進することにより「いつでも、どこでも、誰とでも」情報のやり取りを行うための共通の情報基盤へと再編成され、I P の使い勝手がよくコストがかからないという特徴を活かしたネットワーク環境が提供できると期待される。今後は、この I P 統合されたネットワークを国土交通省の防災、国土利用、維持管理などの業務でどのように利活用するのかということが大きな課題となる。

そこで、本研究は、国土交通省の業務の高度化、効率化を推進するため、高速 I P ネットワークを活用した業務アプリケーションのモデルを提案することを目的に 2 ヶ年にわたって実施するものとし、初年度にあたる本稿では、国土交通省における高速 I P ネットワークへの取り組みとその機能を活用した業務アプリケーション実現の要件等を中心に検討を行う。

2 国土交通省におけるネットワークの I P 化の概要

「人々の生き生きとした暮らしと、これを支える活力ある経済社会、日々の安全、美しく良好な環境、多様性のある地域を実現するためのハード・ソフトの基盤を形成すること」は、国土交通省のミッションであるが、国土交通省の電気通信分野においては、これらの達成に向けて、業務を支援する共通の情報基盤として、現在、既存の専用通信網の I P 統合化を検討している。

また、平成 15 年度に策定された「国土交通省技術基本計画」は、国土交通省の技術研

究開発の方向性を定めたものであるが、そこに描かれる維持管理、防災、国土利用などの様々な場面において、IT（情報技術）の活用を想定している（図2. 1参照）。

そこで、本章では、国土交通省におけるネットワークのIP化の概要を紹介する。



出典:「国土交通省技術基本計画」パンフレットより抜粋

図2. 1 国土交通省が進める技術研究開発により実現が期待される2025年の暮らしや仕事のイメージ

2. 1 国土交通省における専用通信網の現状

現在、国土交通省では、河川、道路、ダムなどの公共施設の管理、災害時の迅速な対応等に供する目的で専用通信網を構築している。この専用通信網は、光ファイバ網、多重無線網のほか、衛星通信網、移動通信網、関係機関との接続などの複数のネットワークの接続により構成されている（図2. 2参照）。



図2. 2 国土交通省における専用通信網(イメージ)

これらのネットワークは、互いに独立した通信網を構成し、個別の通信手段を用いているため、各種情報を相互にやり取りするためには、ネットワーク間における様々な変換作業が必要であるなど課題も多く、目的ごとに各種システムを個別に運用する必要があった。

2. 2 専用通信網のIP化

国土交通省における既存の専用通信網では、その中心となる光ファイバ網は概成しており、今後は、光ファイバ網と既存の多重無線網による統合通信網を構築することにより、新たなニーズへの柔軟な対応、高信頼性の確保、経済的なネットワークの構築等が可能となると考えられるが、統合通信網の構築には、ネットワークとサービスを順次IP統合することが必要である。

国土交通省の専用通信網は、本省～本局間、本局～事務所間、事務所～出張所間の階層別に順次IP統合を進めていくことにしており、投資効果が即座に発揮されることを目指すとともに、それぞれの地方整備局の事情により無理なく移行することにも配慮している。

3 IP化の意義と高速IPネットワークにおけるコスト削減効果

本章では、一般的なネットワークにおけるIP化の意義、国土交通省における高速IPネットワークへの取り組み及びネットワーク構築にあたってのコスト削減効果について説明する。

3. 1 IP化の意義

情報を「デジタル化」することは、コンピュータによる処理を容易にしたが、今日では単にデジタル化するだけでは意味がないといわれる。特定のコンピュータで処理されるデジタル信号ではなく、世界中のどこでも通じる普遍的なデジタル信号として通信ネットワークに載らない限り、情報の価値はほとんどないと言える。

一方、“IP over Everything”（IPをすべての通信ネットワークに載せよう！）というキャッチフレーズのように、いまやIPはイーサネットや無線回線をはじめ、電話回線（xDSL）、光回線など様々な通信回線の上で動作している。これは、IPは通信回線に依存しない方式となっているためである。すなわち、IPは、ネットワークとサービスの通信ルールとして実質的な世界標準であり、使い勝手がよくコストがかからないという特徴を兼ね備えた重要な通信規格となっているのである。

さらに、従前、IPはコンピュータ等のデータを中心に扱ってきたが、これからは“Everything over IP”（IPの上にすべての情報を載せよう！）というキャッチフレーズで表されるように、音声（電話）、映像など情報通信で扱うすべての情報をIP化することが可能となりつつある（図3. 1参照）。IP化が進んだ最大の理由は、ネットワークの急速な高速・大容量化である。

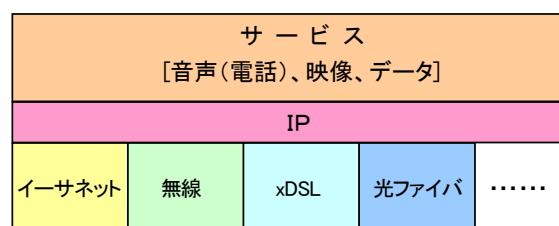


図3. 1 通信回線、IPとサービスの関係(イメージ)

ネットワークの高速・大容量化が実現することにより、目的ごとに各種システムを個別に運用するよりも、すべてIPパケットとして送受信する方がはるかに効率的となる（図3. 2参照）。

ここで、国土交通省がネットワーク統合の通信ルールとしてIPを採用する場合に着目するIP化の意義は、図3. 3のとおり整理できる。

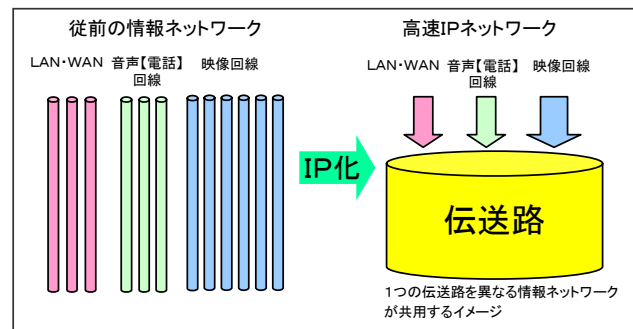


図3. 2 高速IPネットワークによる情報交換(イメージ)

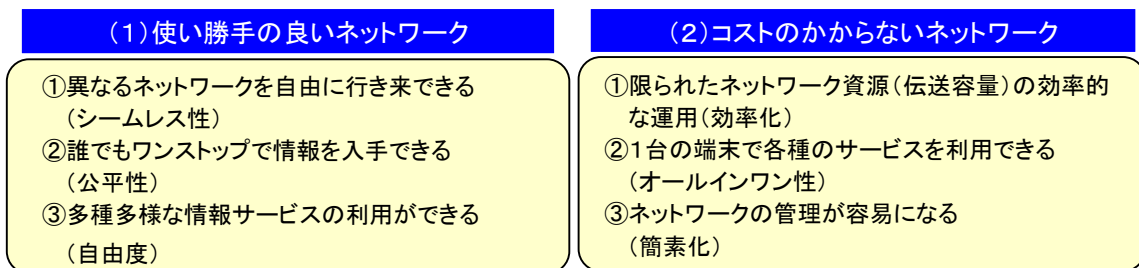


図3. 3 ネットワーク統合におけるIP化の意義

3. 2 高速IPネットワークへの取り組み

国土交通省の専用通信網には、音声（電話）回線、映像回線、LAN/WANなどがあるが、これらの独立したネットワークとサービスをIP統合することで共通の情報基盤に移行することを目指している。そこで、本節では、国土交通省が取り組んでいる光ファイバ網と多重無線網からなる高速IPネットワークについて、その構成や仕組みなどの技術的な内容を説明する。

3. 2. 1 光ファイバ網と多重無線網のIP統合

光ファイバ網では、各拠点間をループ構成で接続することにより、物理的な断線、光伝送装置等の障害に対して必要とされる信頼性を確保している。しかし、多重無線網が点的に配置された無線局をメッシュ状に構成することにより、災害に対して十分な信頼性を確保しているのに対し、光ファイバ網は伝送路が線的に敷設されているため、多重無線網より災害に対する信頼性は低いものとなる。そこで、防災業務を支えるネットワークとして、情報連絡の基本となる電話を含めた多種多様で重要度の高い情報の交換を確保するため、光ファイバ網と多重無線網のIP統合化を図り、信頼性を確保することを計画している。これは、災害時における信頼性が実証されている多重無線網を大容量伝送が可能な光ファイバをIP統合し、無線と光ファイバのそれぞれの特徴を活かした高信頼かつ大容量な「高速IPネットワーク」へ移行を図るものである。

3. 2. 2 高速IPネットワークの構成と仕組み

現在、多重無線網で使用している通信方式では最大 208Mbps の伝送容量であるため、大容量伝送への対応は困難である。

一方、現在構築している光ファイバ網は、各拠点に配備する R P R (Resilient Packet Ring) 装置をループ構成で接続することにより、最大 2.4Gbps の伝送容量で各拠点内の LAN を接続している。これにより、各拠点間の大容量伝送が可能となる。また、各拠点内の LAN を R P R 装置を介して多重無線網で結ぶことにより、光ファイバ網と多重無線網を統合することが可能となる

(図 3. 4 参照)。

多重無線網と光ファイバ網は、伝送容量に大きな差があるほか、伝送路(無線又は有線)の違いがあり、これらの違いは、提供できるサービスの種類、量、施設の耐災害性に大きく影響する。このため、通常の通信の多くは容量が大きい光ファイバ網を用いるとともに災害時等には耐災害性の高い多重無線網に切り替え可能な仕組みを導入することによって、高付加価値サービスと高信頼性の両立が可能となる。

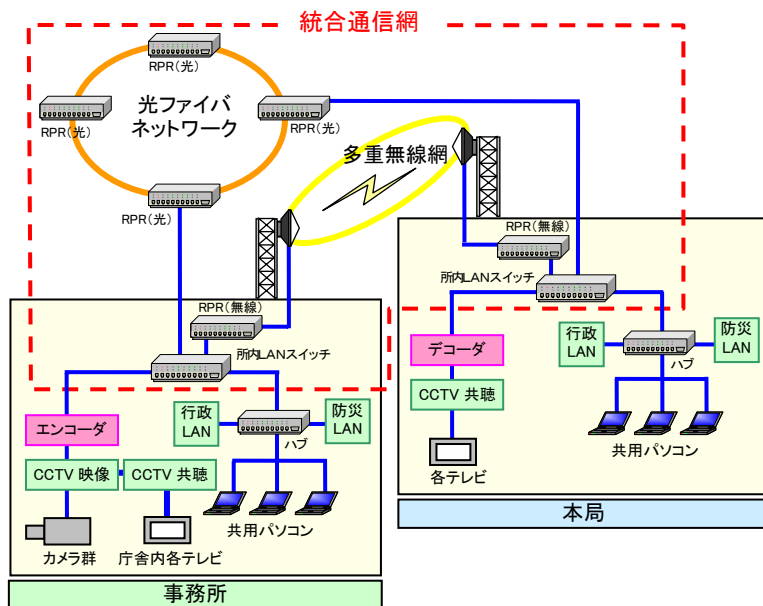


図3. 4 光ファイバ網と多重無線網による高速IPネットワークのイメージ

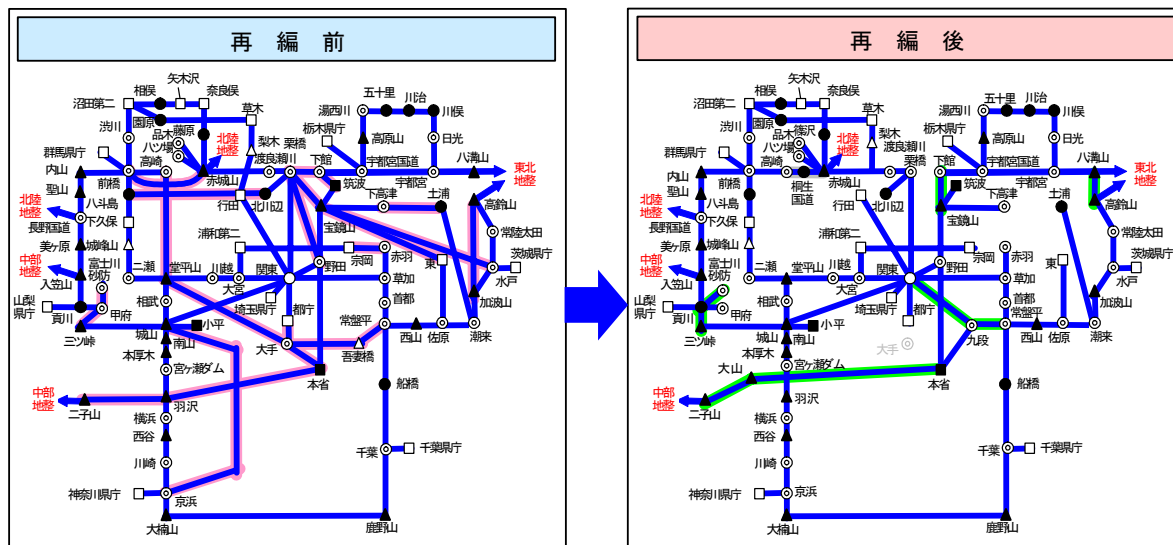
3. 3 高速IPネットワーク整備によるコスト削減効果

本節では、IP統合による通信網再編の結果、高速IPネットワークで可能となるコスト削減効果について整理する。

3. 3. 1 多重無線網再編によるコスト削減

多重無線網は、国土交通省における防災ネットワークの中心として大きな役割を果たしているが、必要な信頼性を確保するため信頼性の高いメッシュ構成を基本として構築してきた。今後は、光ファイバ網とIP統合し、相互補完することで、従来の多重無線網と同等の信頼性を確保しながら、現在のメッシュ構成からループ構成に再編が可能となる。

また、これにより、無線回線の一部の廃止が可能となり、機器の更新や維持管理に係るコスト削減が可能となる。なお、関東地方整備局における多重無線網再編計画では、現状の95スパンから20スパン(約2割)を廃止することを検討している(図3.5参照)。



凡例

本省・国総研・国交大	■	他機関	□
本局	○	他機関中継所	△
事務所	◎	再編による廃止回線	■
出張所	●	再編による新規回線	■
中継所	▲	再編による変更回線 ^(※)	■

※既設2級回線を1級・準1級回線へ格上げ

図3.5 関東地方整備局における多重無線網の再編計画

3. 3. 2 各種接続装置類の削減によるコスト縮減

多重無線網は、多重無線装置と様々な端末装置とを接続するために端局装置を必要としていた。この端局装置は音声（電話）やデータ、映像等の多種多様な情報の通信を接続することができる反面、情報の目的ごとに専用のユニットが必要となり、コストの縮減は困難であった。多重無線網のIP化により端局装置は不要となり、接続装置のコスト縮減に対応できると考えられる。

3. 3. 3 汎用機器の採用によるコスト縮減

「3. 3. 2」の端局装置の代わりに汎用機器であるLANスイッチの使用が可能となることからコスト縮減が可能であるとともに、最新技術の導入についても柔軟に対応できるようになると考えられる。

また、多重無線装置として汎用のFWA（Fixed Wireless Access）装置（機器がシングル構成）の採用や音声（電話）のIP化（VoIPの採用（詳細は第4章にて説明））で電話交換機が不要となることによるコスト縮減も可能である（図3.6参照）。

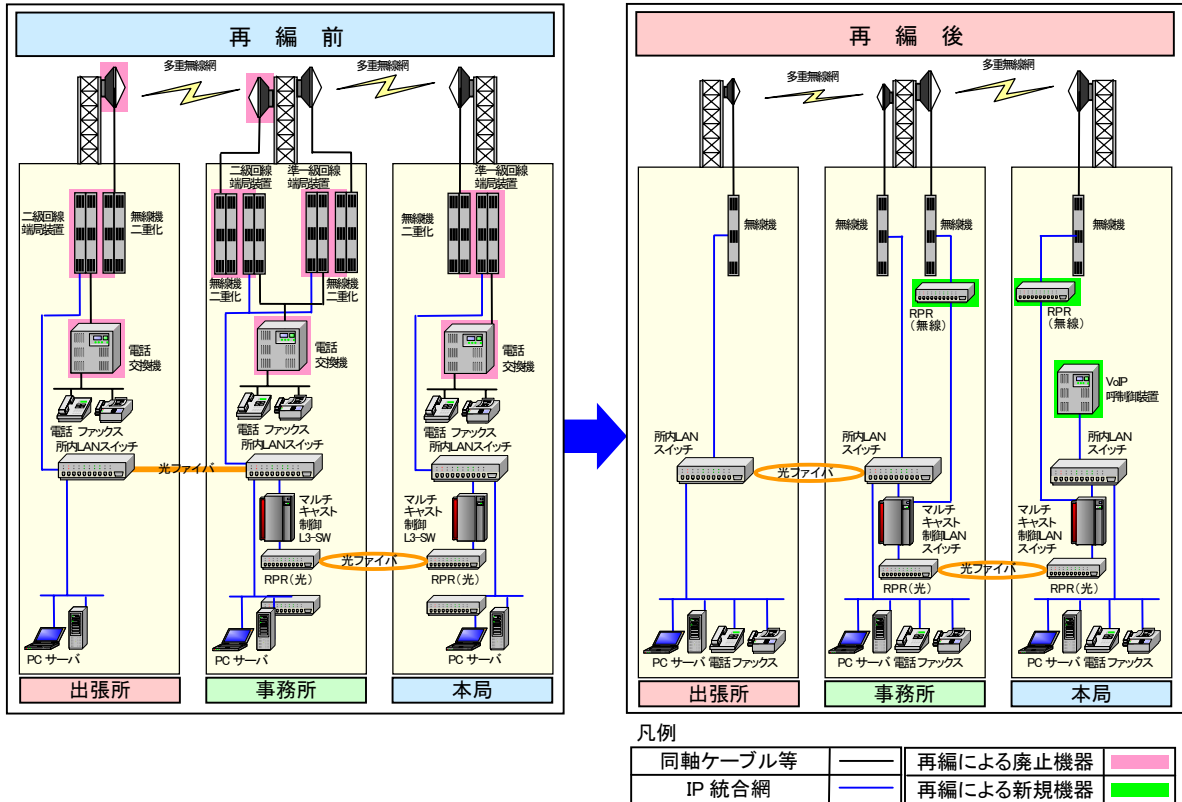


図3. 6 汎用機器の採用による多重無線網の機器構成の変化

3. 3. 4 コスト削減効果の算出

高速IPネットワークの構築に伴う多重無線網のIP化は、多重無線網の再編や汎用機器の採用を可能にし、これらによるコストの削減が可能となる。なお、関東地方整備局における多重無線網のIP化によるコスト算出結果は、試算レベルであるが、現状の多重無線網更新費用に比べ現状どおりの更新費用12.4億円から約6億円(約5割)のコスト削減効果があるものと算出している(図3.7参照)。

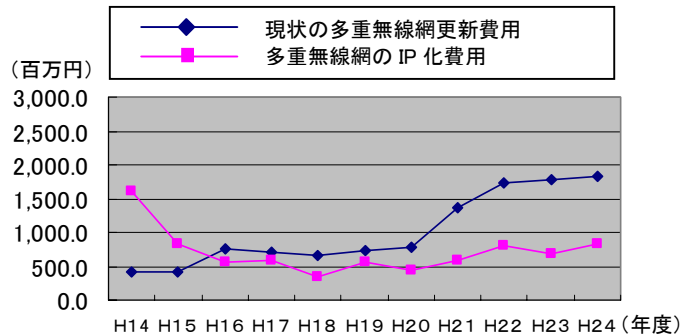


図3. 7 関東地方整備局における多重無線網のIP化によるコスト算出結果

3. 4 高速IPネットワークの運用における課題

光ファイバ網と多重無線網の運用における課題として、それぞれの伝送容量には大きな差があるため、光ファイバ網に障害が発生した場合、多重無線網でバックアップできるサービスは大きく限定されることになる。優先すべき情報は発生事象(災害等)により異なり、その選択が重要となるため、今後は、それぞれの情報の適切な通信品質の設定と運用体制の構築が必要となる。

また、IPネットワーク上における個々のアプリケーションの障害が他の情報流通を阻

害することが想定されるため、従前のネットワークの障害監視から情報の輻輳を防止するための情報流通の監視や不適切な情報を遮断し、情報伝送を制御する情報流通監視・制御型の管理への移行についても検討が必要である。

4 高速IPネットワークにおけるVoIP導入の検討

第3章において検討を行った高速IPネットワーク整備によるコスト削減効果等を実現するためには、その1つとして高速IPネットワークにおいて音声（電話）通信を行う必要があるが、それを実現させる技術としてVoIP（Voice over IP）がある。そこで、本章では、高速IPネットワークを活用した新たな業務アプリケーションを実現する技術の例としてVoIPを取り上げ、VoIP導入の検討背景、VoIPの構成と仕組み及びサービス機能について説明する。

4.1 VoIP導入の検討背景

VoIPとは、電話の音声信号をIP化し、IPネットワークを使って音声（電話）通信を可能とするもので、音声とデータを統合する通信技術である。今までの電話事業では通信事業者（NTT等）によりサービスが行われてきたが、昨今のインターネットの普及でIP電話サービスという形でプロバイダ業者も参入し始めている。

一般家庭においてはインターネット接続環境の高速・常時接続化に伴い付加サービスとして、また企業においても通信経費削減を目的としたIPセントレックスサービスやIP携帯電話を使ったモバイルセントレックスサービスも始まっており、今後、既存の電話網は、コスト面の優位性から順次VoIPへ移行が進むものと考えられる。

一方、国土交通省においては、災害時における関係機関との連携や被災現場での機動的な情報共有のニーズが高まっている。適切な判断、効率的な施設管理を行うため、これら情報の取り扱いには、機動性、迅速性、利便性が求められるが、通常は、その連絡手段として携帯電話が利用されている。今後は、これらのニーズはさらに進んだ形で求められることが想定されることから、VoIP技術を用いたIP携帯電話等の活用が期待される。

4.2 国土交通省における電話交換網

これまでの電話交換網は、電話回線の交換、切り替えを行う電話交換機を用いており、効率的な交換作業を行うため、本省、地方整備局、事務所、出張所に各々設置し、階層構造で結んでいる。これは、電話交換が集中する階層の上位層ほど大規模な設備が必要となることから、施設整備、維持及び管理において相当なコストを要するものである（図4.1参照）。

また、平成元年より多重無線網のデジ

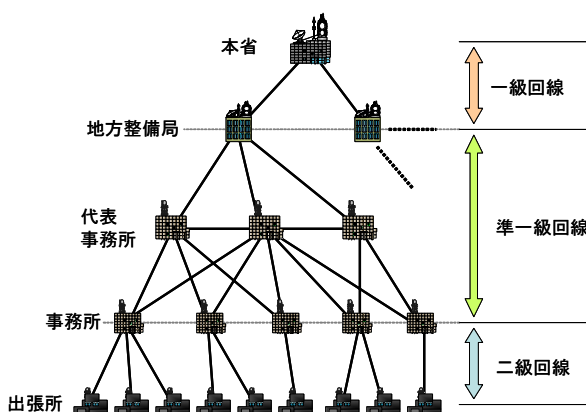


図4.1 既存電話交換網の階層構造(イメージ)

タル化にあわせてデジタル電話交換機を導入したが、これらの機器は老朽化が進んでおり適切な補修を要する状況にあるが、補修部品の供給も困難となっていることからメンテナンス等による延命措置も限界を迎えつつある。

4. 3 VoIPの構成と仕組み

VoIP網は、基本的にVoIP呼制御装置、VoIPゲートウェイ及びIP電話機で構成され、VoIP呼制御装置は従来の電話交換機に相当する装置であるが、これまでのように本省、地方整備局、事務所・出張所に各々電話交換機を設置する必要はなく、高速IPネットワークの活用により全国で数箇所の整備により実現が可能である（図4. 2参照）。また、VoIPゲートウェイは、旧交換網や公衆回線との接続を行うものであるが、当面、地方公共団体を含む旧交換網や通信事業者等と接続するために必要であり、既設収容回線数に応じて配置する必要がある。

VoIPを導入することにより、電話交換網も回線交換ではなくIPパケットによる交換となることから、電話交換機が不要となり、また、高速IPネットワークを利用する各種情報システムとの連携も可能となることから、コスト縮減と高付加価値の両立が可能となる。

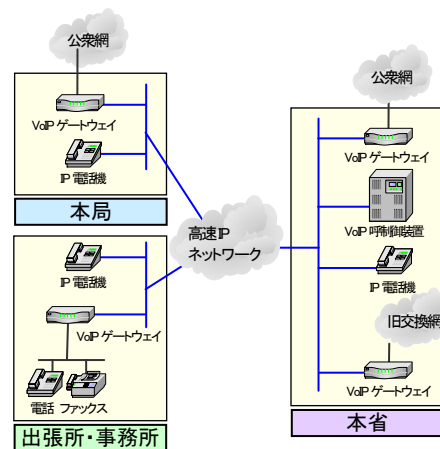


図4. 2 VoIPの構成(イメージ)

4. 4 VoIPのサービス機能

VoIPでは音声をデータとして扱うため、他のデジタルデータとの統合が可能となるとともに既存の電話機ではなくソフトフォンを採用することにより、パソコン上での画面共有、在席状況の把握や通話や映像と連動したTV電話システム等、種々の付加サービスが活用可能となる（図4. 3及び表4. 1参照）。

また、無線LANを活用することにより、携帯端末や車載端末との連携も可能となることから、これらの機能により、国土交通省における通常管理業務、防災業務等の機動性の確保、多様化、高度化への対応が可能となるものと考えられる。

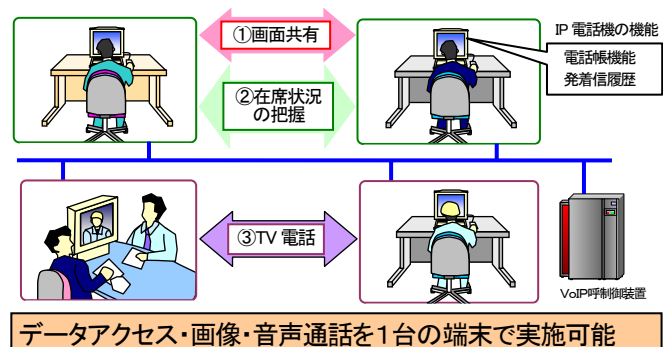


図4. 3 VoIPのサービス機能の活用例

表4.1 VoIPにより実現されるサービス機能

サービス種別	サービス	内 容
IP電話機	電話帳機能	容易な操作で相手を検索し、接続通話できる。
	発着信履歴	発着信電話番号を記憶し、表示する。
ソフトフォン	電話帳機能	容易な操作で相手を検索し、接続通話できる。
	発着信履歴	発着信電話番号を記憶し、表示する。
	画面共有	通話相手とデスクトップ画面、アプリケーションウィンドウを共有し、相互で操作表示が可能。
	在席状況の把握	登録されたメンバー（部、課等）の状態（在席、不在、離席、電話中など）を確認できる。
	TV電話	リアルタイム映像によるパソコンビデオ会議が可能。
ユニファイド・メッセージ	音声通信とメールの統合	留守番等の音声メールも電子メールで通知し、ブラウザなどから直接聴取が可能。
モバイル連動	IP携帯等を利用したサービス	無線LANを活用する事により、携帯電話で内線番号を使った発着信通話が可能。

5 高速IPネットワークがもたらす新しい業務アプリケーション

高速IPネットワークは、VoIP等の新技術と組み合わせることにより、業務の高度化・効率化に資する新たな業務アプリケーションの形態を実現するものと考えられる。そこで、本章では、高速IPネットワークにより業務の高度化・効率化につながる業務アプリケーションの形態を整理するとともに、それぞれの業務アプリケーション実現のための要件について検討を行う。

5.1 高速IPネットワークの可能性

国土交通省では、これまでもCCTV映像、レーダ雨雪量計情報等の伝達を行ってきたが、ネットワークの高速・大容量化により、同時に確認可能な映像数の増加、電子地図等を使ったコンテンツの質的向上、遠隔地にあるデータベースへの簡易なアクセスなど、利用者側の利便性を飛躍的に向上させることが可能となっている。また、IP統合により、これまで各地に配置していた処理装置を集約することができるため、端末装置の簡易化が可能となり、システム構築のコスト削減効果が期待できるとともに、無線アクセスの併用によって情報の収集提供におけるモビリティの向上を図ることも可能である。

5.2 業務の高度化・効率化に資する業務アプリケーションの形態

高速IPネットワークを活用することによって業務の高度化・効率化につながると考えられる業務アプリケーションの形態について、「①現場業務のIT活用」、「②広範囲での情報の共有」、「③各種情報の連携」の3パターンを設定する。

また、それぞれの業務アプリケーション形態における高速IPネットワークを活用した業務の概要について整理する（図5.1参照）。

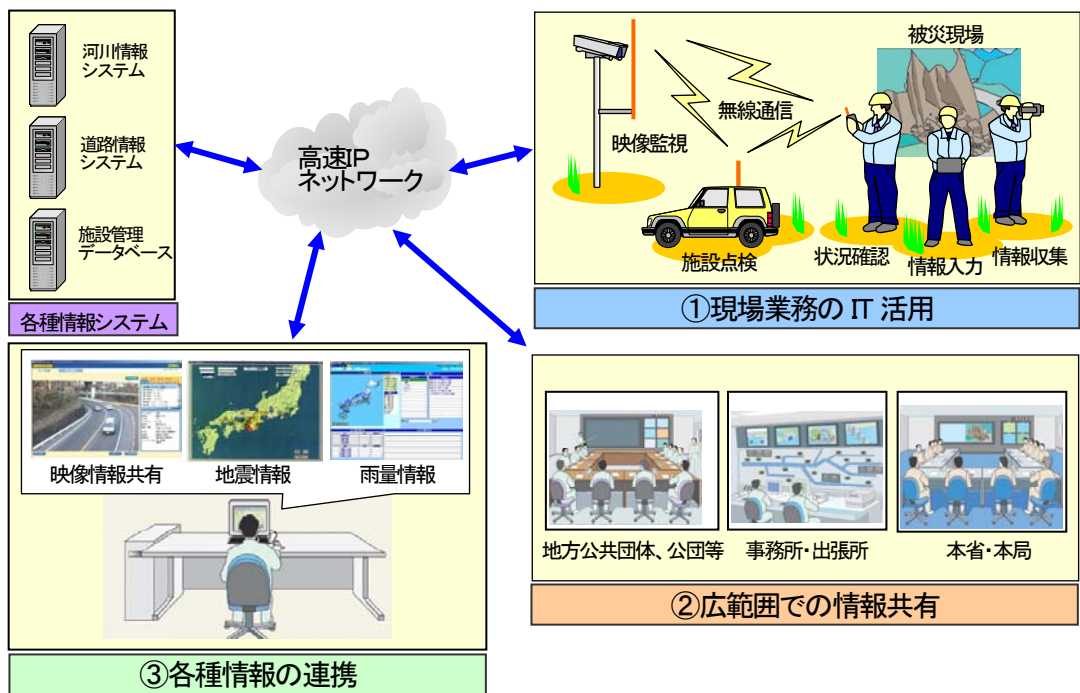


図5.1 業務アプリケーションの形態(イメージ)

①現場業務のIT活用

屋外における情報伝達は移動無線、携帯電話など音声通話がその主流である。このため、現地で撮影した写真、映像の伝達の多くは記録媒体を運ぶ方法がとられている。他方、現場での情報の参照は、作業目的に合わせて図面、記録などの資料を持ち込むことが主流であり、持ち運びできない観測情報については電話等で問い合わせるしかない状況である。

現場業務のIT活用は、高速IPネットワークに無線によるアクセス方式を付加することによって、現場からの情報伝達の時間短縮（リアルタイム化）と現場から事務所等のデータベースにアクセスして修理や点検の履歴、用地境界の確認、埋設管路の位置等の状況確認を可能にし、現場業務の高度化・迅速化に資するものである。

②広範囲での情報の共有

河川・道路管理における質の高いサービスを実現するためには、関連地域での情報を自ら把握するとともに関係機関等との連携した活動が必要不可欠である。特に災害時には、被害状況の把握、利用可能なルート of 把握などにおける関係機関との幅広い情報共有が必要となる。

広範囲での情報の共有は、多数の観測データ、カメラ映像、活動状況等を隣接の事務所、本局等、更には地方公共団体、関係公団等と共有し、管理業務、災害対策等における的確な判断、指示を支援するものである。

③各種情報の連携

河川・道路管理、災害対応においては、数値、映像など多様なメディアによる状況把握と発生事象の空間的な関係を迅速に把握することが重要である。

各種情報の連携は、観測データ、映像、施設管理データを時間、位置、接続関係（河川の上下流、道路の接続関係）等の属性情報から容易に引き出せるようにすることで、発生事象を多角的に捉えることを可能とし、発生事象の対応への判断、解析等を支援するものである。

5. 3 業務アプリケーション実現のための要件

「5. 2」の業務アプリケーションを実現するためには、業務アプリケーションに求められる要件を満たすことが必要である。そこで、以下に必要となる要件の概要を整理する。

「①現場業務のIT活用」については、特に、現場における電話（V o I P）技術の活用や無線LANなどのモバイル環境の整備が重要な要件になると考えられる。例えば、河川、道路管理においては、パトロール車によるパトロールが日常的に行われていることから、車の移動速度で途切れなくデータ通信が行える無線通信の確保が可能となれば、現場におけるIT活用が飛躍的に促進されるものと考えられる。なお、この場合、電波によるデータ通信を行うため、特に無線のセキュリティ対策が必要となる。

「②広範囲での情報共有」については、現在、国土交通省の主な情報システムは、広範囲での情報共有を実現するため情報提供サーバのWeb化を進めており、遠隔地からでも自由にアクセス等が可能になっているところであるが、関係機関等との一層の情報共有を推進するには、伝送容量を考慮した共有情報の選定及びネットワークにおける優先制御、セキュリティ対策等が重要な要件となる。例えば、大容量の映像情報については、情報が輻輳しないよう伝送容量を考慮した通信制御が必要であり、セキュリティ対策としては、関係機関等との共通のセキュリティポリシーの策定等が必要である。

「③各種情報の連携」については、各種情報の属性データ（メタデータ）を各情報システム共通の基盤技術として統一を図ることが重要な要件となる。例えば、異なる情報システム間の情報交換や各種情報システムの情報をGIS等で統合するためには、各情報システムが取り扱う情報に時間、位置等のメタデータの統一が必要不可欠である。

6 おわりに

本稿では、国土交通省の技術施策を進める観点から、「いつでも、どこでも、誰とでも」情報交換を可能とする高速IPネットワークにおけるIP化の意義、コスト縮減効果を検討するとともに、高速IPネットワークを活用した業務の高度化・効率化に資する業務アプリケーションの形態を設定、業務の概要を整理するとともに、業務アプリケーション実現に必要な技術要件等について検討を行った。

次年度は、本稿の検討を踏まえ、高速IPネットワークを活用した業務アプリケーションのあり方について、より具体的な提案をまとめる予定である。