

## ◆ 第53回建設省技術研究会報告特集 ◆

## 公共施設管理用光ファイバネットワークシステムの開発

建設省建設経済局電気通信室

建設省土木研究所情報技術総括研究官・同建設システム課  
建設省東北・関東・近畿地方建設局電気通信調整官・同電気通信課

## 1. はじめに

建設省では次世代通信の基盤である光ファイバ通信を活用することにより、公共施設管理や防災対策といった国土マネジメントを一層効率化、高度化し、安全で快適な生活を提供することを目指している。

従来から建設省では、厳しい自然環境条件の中で、當時各種観測データを収集・処理し、そのデータを利用して、河川や道路の管理を行ってきた。それらの情報を収集する手段として、主に無線通信を利用した雨量、水位、水質等のテレメータが利用されてきたが、国土マネジメントにはそれ以外にも多種のデータが必要となる。

こうした現状において、現在整備が進められている光ファイバネットワークは多数の時間連続、空間連続のデータ収集や大量の映像伝送等を可能とし、国土マネジメントにおける新たな情報活用の道を開くものとして期待できる。しかし、それを活用するためにはその実現には業務形態や技術動向を広く見渡して、あるべき情報活用やシステムの姿を提示し、開発すべき要素や改善すべき要素を整理する必要がある。

そこで、国土マネジメントに有用な光ファイバネットワークシステムを提案するために平成10年度から平成11年度にかけて、建設省技術研究会の課題として、検討を行った<sup>1),2)</sup>。本報文はその概要について述べる

ものである。

## 2. 公共施設管理用光ファイバネットワークシステム

ここでは、国土マネジメントの中から代表的な分野として次の4項目「①設計・施工」、「②施設管理(災害対策を含む)」、「③環境」、「④情報供」に焦点をあて、「公共施設管理用光ファイバネットワークシステム(動的な国土情報をリアルタイムにマルチメディアで総合的に提供するシステム)」の概念を整理した(図-1)。

公共施設管理用光ファイバネットワークシステムは、既存の各種防災情報・管理情報システムや本報文で後述する3つのアプリケーションシステム(「ビジュアルリモートコントロールシステム(遠隔地で映像を見ながら監視制御を行えるシステム)」、「映像ネットワークシステム(自由に監視カメラ等の映像を見られるシステム)」、「光コン

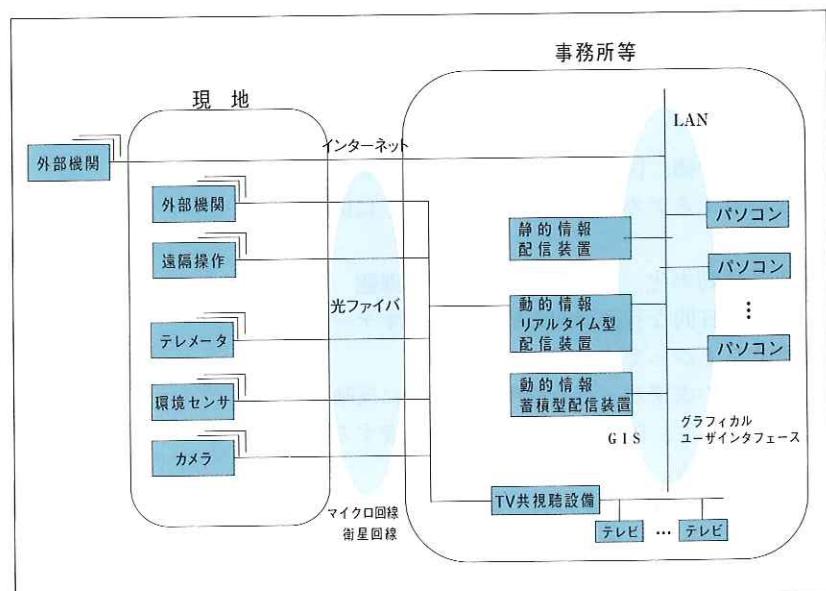


図-1 公共施設管理用光ファイバネットワークシステムの概念

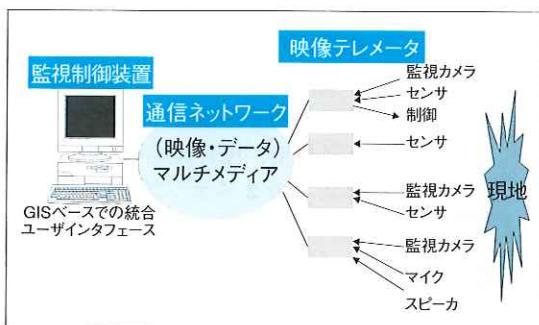


図-2 ビジュアルリモートコントロールシステムの構成

セントシステム(現場で必要に応じて光ファイバを利用できるシステム)等を統合するものである。

### 3. ビジュアルリモートコントロールシステム

光ファイバネットワークの整備により、従来は通信インフラがないために断念していた施設、例えば、樋門・樋管や閘門、防潮水門等の遠隔監視制御が可能となる。また、従来は電話回線等の貧弱な通信インフラを利用して接点信号(オン・オフ信号)に頼っていた監視対象物(トンネル内の水噴霧設備の動作状況等)なども、映像を見ながら高速で監視制御することが可能になる。前述の検討のように、国土マネジメントには映像、接点信号、数値データ、音声などを複合した監視制御が効果的であり、ここではそれを実現するシステムを「ビジュアルリモートコントロールシステム(映像付遠隔監視制御システム)」と呼ぶこととする。

ビジュアルリモートコントロールシステムの構成を図-2に示す。本システムは3つのサブシステムから構成される。すなわち、(1)現場に設置される映像テレメータ、(2)有人管理所等に設置される監視制御装置、(3)それらの間を結ぶ通信ネットワークである。次のようにその内容を整理した。

(1) 映像テレメータは、①監視カメラから映像信号を通信ネットワークに渡す、②各種のセンサーからのデータを通信ネットワークに渡す、③集音マイクにより音声を入力して通信ネットワークに渡す、④現場施設(樋門・樋管、その他)の制御信号を通信ネットワークから受け取って設備の制御を行う、といった機能を有するものである。現地の情報量が多い場合には汎用品を複数台使用するなど、柔軟な発想で経済的なシステム構築を行う

ことが必要となる。屋外に設置される場合には、高温/低温、高湿度、振動、塵埃、電圧変動などの悪条件化でも安定して作動することが求められる。また、小型であればあるほど設置の自由度が増し、本体の防護に要する費用も低減する。さらに低消費電力であれば太陽電池などでも動作させられる。そのため、機能ロジックの集積回路化が望まれる。

(2) 監視制御装置は一般的にはコンピュータベースの装置で、後で述べるようにGISをベースにしたユーザインタフェースに統合される。

(3) 通信ネットワークは、従来は低速なテレメータ回線や電話回線等であったが、ここでは光ファイバを想定している。このため、映像や音声、高速データが混在するマルチメディアの監視制御情報を十分に伝送できる。本システムを光コンセントの一部として利用する場合には、ネットワーク構成が変化した場合の自動的な迂回や認識(Auto Configuration)機能が求められる。

### 4. 映像ネットワークシステム

#### 4.1 映像ネットワークシステム

監視カメラシステムにより、ダム・堰・トンネル・通行規制区間等の施設監視や空間監視が行われている。これらは管理所や出張所などの比較的限定された箇所において利用されてきたが、今後は次のような発展が予想される。

- (1) 光ファイバネットワークの整備や監視カメラの低価格化により、監視カメラの設置箇所が増加し、また、衛星通信機材、光コンセントシステムの普及により多数の映像が扱われる。
- (2) 光ファイバの展開に伴って、映像が上位の機関や隣接する管理所など広域的に利用される。
- (3) 建設CALSの展開に伴って映像が管理以外の用途(施工管理等)に利用される。
- (4) 映像が地方公共団体や道の駅、CATV、インターネットへ提供される。

現在は映像伝送の要求が発生すると、その都度、職員が手作業で接続設定し、その結果を口頭で連絡している。このため、迅速で柔軟な対応が困難である。上記(1)~(4)の要請に応えるためには、自由に監視カメラ等の映像を見られる「映像ネットワークシステム」を構築する必要がある。

#### 4.2 映像ネットワークシステムに求められる機能

映像ネットワークシステムの利用形態から、求められる機能を次のように整理した。

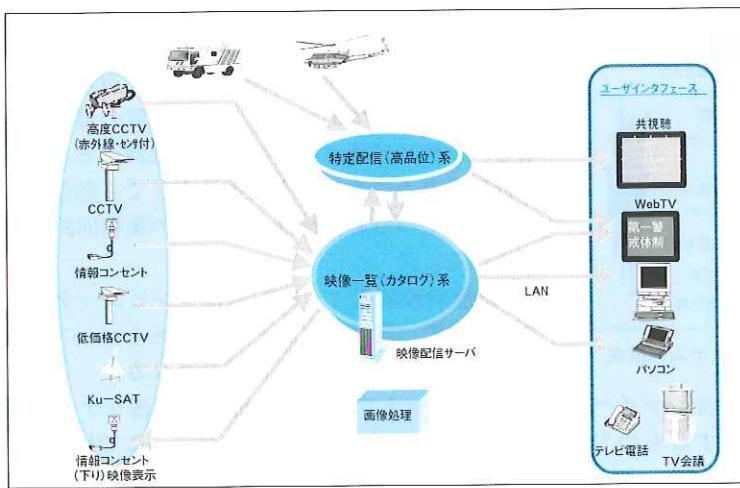


図-3 映像ネットワークシステムの構成

#### (1) 利用面からの要求

- ① 利用者が自由にカメラ映像を選択できること。そのため映像のカタログ表示又はカメラの地図表示等が必要。通常の監視場所以外(災害時における上位局、平常時の一般利用者)のカメラ操作もできること。
- ② 表示(片方向)からTV会議・災害地との連絡(双方向通信)へ移行できること。
- ③ 映像の利用が、利用者の移動や装置を使い分けることなく、できること。
- ④ 映像に関する情報(災害映像配信開始時刻、撮影場所等)が関係者に自動的に連絡されること。

#### (2) 運用管理面からの要求

利用する通信回線(光、マイクロ波無線、衛星)、伝送路上での映像回線設定、画像符号化装置の選択・設定が利用者の要求に基づいて自動的に行われること。

#### (3) 設備面からの条件

現在のLANやマイクロ波無線や衛星通信の区間も含めて利用できること。現有資産(符号化装置)を活用できること。

#### 4.3 映像ネットワークシステムの構成

従来、映像はマイクロ波多重無線通信回線及び衛星通信回線で伝送されてきた。その速度は現有する回線構成に依存し、大きく分けて64kbps、384kbps、1.5Mbps、6.3Mbpsであるが、6.3Mbpsはマイクロ波多重無線通信回線、衛星通信回線とも1~2チャネル程度に制約されている。さらに6.3Mbpsの映像を自由にコントロールする技術は建設省外でも成熟しているとはいえない。また、映像伝送に必要な画像符号化装置は、国際標準の

制定経緯により複数の方式が混在している。

映像ネットワークシステムの今後の展開を、通信インフラ、映像伝送技術、現有資産等の状況を踏まえ次の2ステップに整理した。イメージを図-3に示す。

#### 「第1期 特定配信(高品位映像)系と映像一覧(カタログ)系システムの併用」

災害時等に利用されている画像切替装置や共視聴システム等による既存の映像伝送システムを特定配信(高品位映像)系とし、これとは別に映像一覧(カタログ)系

として低品位映像を自由に見られるIP(Internet Protocol)ネットワークを整備し、併用する。映像を任意に選択できるユーザインタフェースを基本機能とし、カメラ制御権の割り当て、災害映像の取得の通知機能などを付加機能とする。ユーザインタフェースの統一、制御権のシステムへの組み込み、制御信号伝送方式の統一化、マルチキャスト通信などが課題である。

#### 「第2期 映像一覧(カタログ)系システムの高画質化、双方向映像の統合」

次世代インターネットやデジタル放送のための研究成果を利用し、映像一覧(カタログ)系システムを高画質化する。これにより特定配信(高品位映像)系と統合して自由に高画質映像を見られるシステムとする。また、テレビ会議又はテレビ電話などを上記システムへ統合することにより、映像を見ながらの双方向伝送を可能とする。

### 5. 光コンセントシステム

#### 5.1 光コンセントシステム

光コンセントシステムとは、河川や道路に布設した光ファイバに、事前に引き出し線を準備しておくことで、必要に応じて高速な通信を行えるようにしたものである。光コンセントシステムはニーズに応じて様々な形態が考えられる。

#### 5.2 光コンセントシステムに求められる機能

光コンセントの利用形態から、求められる機能を次のように整理した。

- (1) 必ずしも全ての光コンセントに受電を必要としないこと。
- (2) 利用する光コンセントは現地で自由に選べ

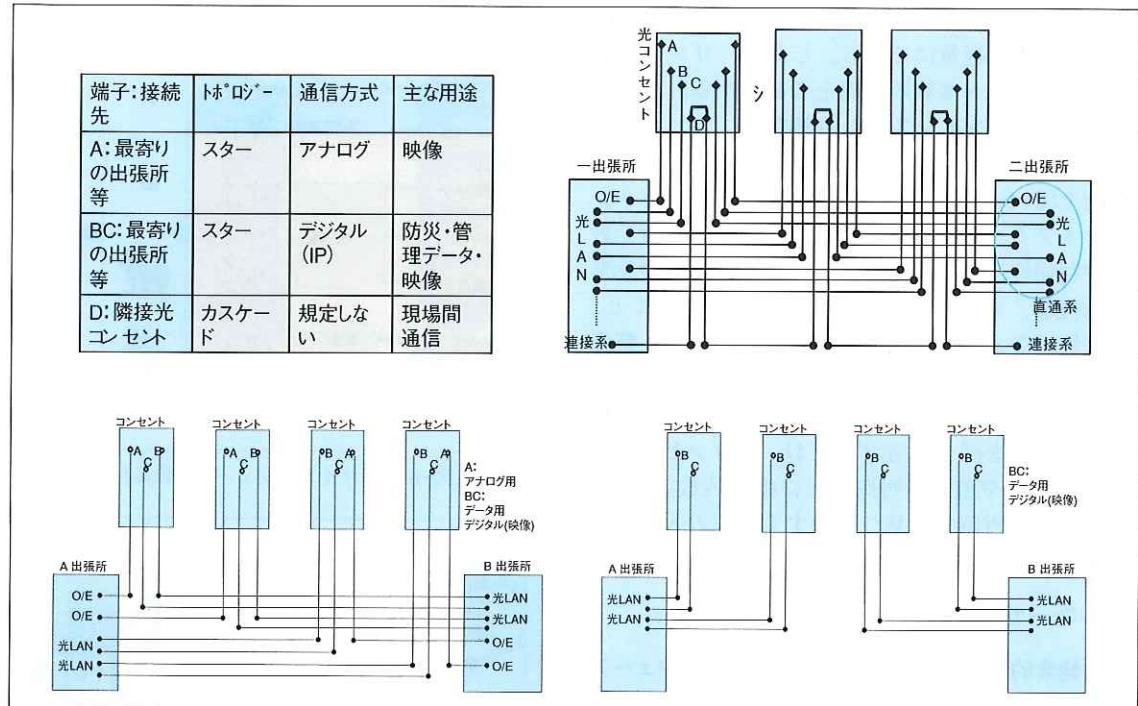


図-4 光コンセントシステムの光ファイバネットワーク構成

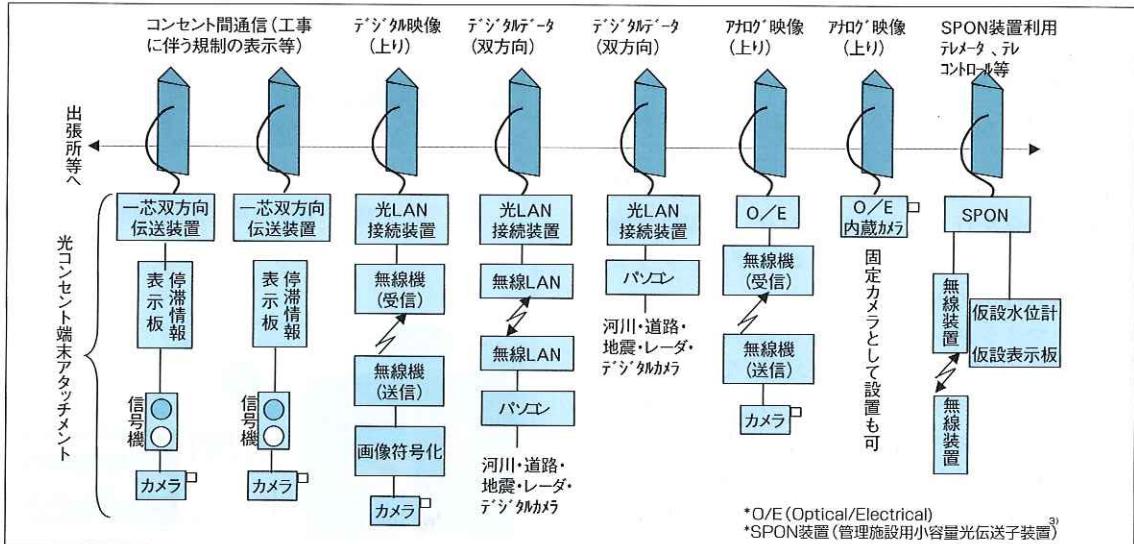


図-5 光コンセントシステムの利用例

- ること。また、望ましい機能は次の通りである。
- (3) 光コンセントと可搬装置の接続だけで(調整や設定依頼などせずに)利用できること。
  - (4) どの光コンセントからの通信かを自動的に把握できること。
  - (5) 場合によっては長期間の使用や恒久的な使用(監視カメラやテレメータ、情報板等の本格的な設置)にも対応できること。

#### (6) 無線で手軽に使えること。

上記の条件(1)~(5)より、各コンセントは他のコンセントの受電状態や利用状態に影響を受けない独立した系統であること、すなわち、出張所等の拠点と光コンセントとはスター型の1:1接続(光ファイバ1本で1対向)であることが望ましい。芯線を識別すれば利用しているコンセント(位置)の把握もできるため、自動表示などの開発

が容易になる。また、単純なトポロジーなので伝送装置を小型軽量にできる。しかし、リング型トポロジーに比べ多数の芯線を必要とする。

### 5.3 光コンセントシステムの構成

上述の検討をもとに代表的な3つのシステム構成例を図-4に示す。光コンセントに端子(パッジプロネクタ)のみを装備する場合には、安価であるが利便性は劣る。一方、コンセントに電源や光通信機器、さらには無線装置を装備していくと、利便性は向上するが高価となる。このため、整備に当たっては地域特性などを考慮して装備や端子数などを決定する必要がある。光コンセントの利用イメージを図-5に示す。なお、光コンセントはキロポストや道路照明灯などに組み込むことで、悪天候や積雪時でも見つけやすく電源の入手が容易(照明灯)となる。

## 6. ユーザインターフェース

### 6.1 総合的な情報提供を行うユーザインターフェース

前述した3つのアプリケーションシステムを活用し、多種多様な情報を統合的に扱うためには、ユーザインターフェース(情報の表現方法や操作支援)を体系立てて整理することが必要である。また、1998年3月の河川審議会答申においても、「市町村の的確な判断を支援するため、可能な限りリアルかつビジュアルな情報提供に努める」ことや「認識しやすい災害情報伝達技術等の必要な技術の研究開発を行う」とされており、情報提供機能をもつシステムにおいては、ユーザインターフェースの検討は不可欠である。

国土マネジメントに求められるもののひとつには、実体(現地等)の迅速かつ正確な把握がある。それには、システムの制約により生ずる不必要な差異(通信環境や端末機器)を隠蔽し、対象(同一地点等)の情報を多角的にかつ一元的に表示することが要求される。言い換えれば、ユーザインターフェースの統合により、総合的に判断すべき一連の情報(同一地点や隣接エリアの映像やデータ等)を同一のシステム上で取り扱うことが可能になる(図-6)。

### 6.2 公共施設管理用光ファイバネットワークシステムのユーザインターフェース例

国土マネジメントに必要な情報の多くは、地図と関連づけることができる空間データであり、GIS(Geographical Information System)上に統合できる。また、地図による情報表現は広域的な状況を直観的に把握させることができる。情報システムのコストパフォーマンスの向上とデジタル地図の整備も考えあわせ、ユーザインターフェースのプラットフォームとしてGISの活用が効果的であ

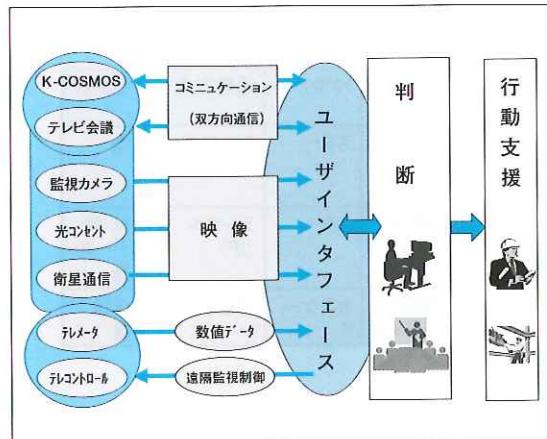


図-6 ユーザインターフェースの位置付け



図-7 橋門・樋管の制御支援画面例

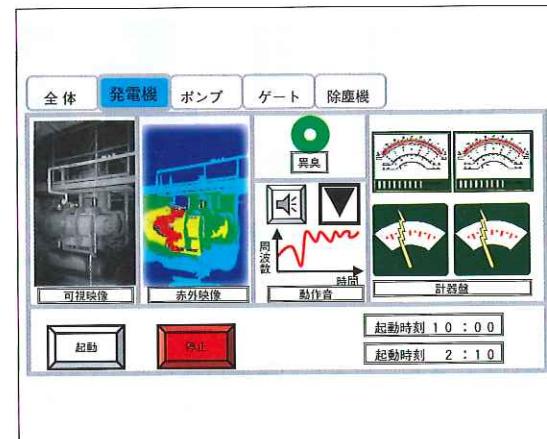


図-8 排水機場の制御支援画面例

る。ここでは、そのユーザインタフェースを例示することにより、次の点を明らかにする。

- ① 國土情報をマルチメディアで総合的に提供するとの有効性
- ② システム設計において必要な機能イメージ

図-7は、樋門・樋管の状況を映像、開度データ、音で確認しながら制御を行う例である。

図-8は、排水機場において、実映像、熱赤外映像(温

度検知)、機械音、オイル等の燃焼臭(水晶振動子センサ等による臭検知)、計器盤イメージを提供することにより臨場感を高めて遠隔制御を行う例である。これらの例に示すように、制御対象を人間が機側で複数の感覚器官を駆使し、安全を確認しながら制御するような臨場感の再現を、(例えばIPネットワークにより)映像、接点信号、数値データ、音声の統合化により可能とする。

### 6.3 ユーザインタフェースによる情報の統合

このように、ユーザインタフェースによる情報の統合は、対象の把握を容易にし、大量の情報へ優先度を付加し、操作時のフィードバックによる安心感を提供する。さらに、建設CALSへの展開が見込み、他機関(市町村等)や地域住民にもわかりやすく情報を提供することができる(図-9)。

## 7. おわりに

情報通信インフラの多様化(CATVや衛星によるインターネットサービス)に加え、次世代超高速インターネット上のデータ・映像伝送技術の開発やデジタル放送の開始など、取り巻く状況は大きく変化している。その中で、建設省では厳しい条件下で重要な業務である防災や管理などの情報通信及び、情報化を通じた地域づくり(地域情報化)やわかりやすい防災情報等の提供などが求められている。

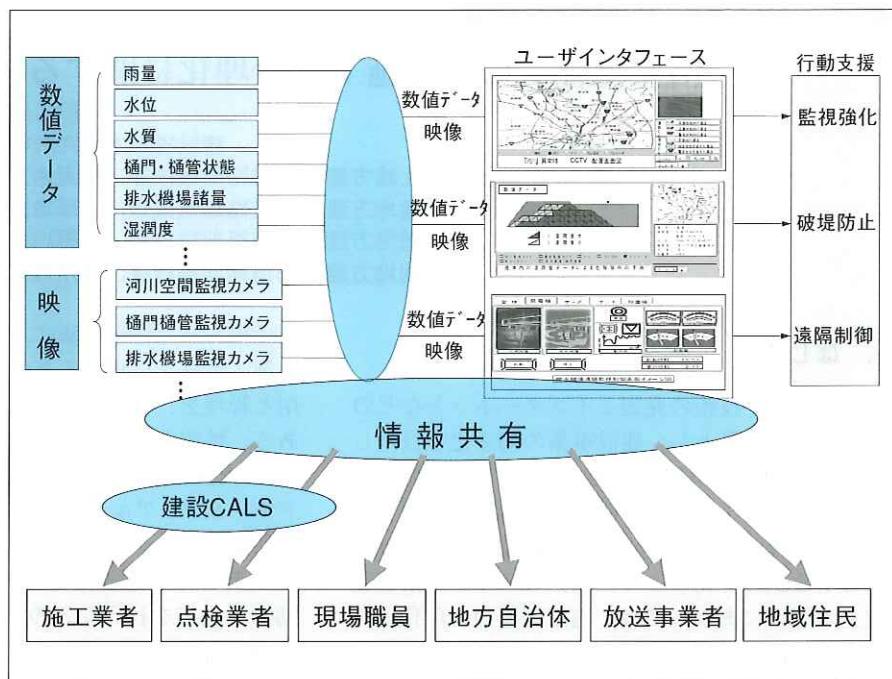


図-9 河川関係の情報統合化例

本報文では、こうした背景をもとに、国土マネジメントにおける光ファイバの利用可能性、効果、実用システム提案をとりまとめた。また、データ・映像伝送による遠隔監視制御、広域的な映像伝送、光コンセントは十分実用域に達していることから、今後これらの設計においては、コストパフォーマンスに優れた技術を採用することで経済化を実現し、有用性を達成するために各種システムの統合化の必要性を明らかにした。

## 参考文献

- 1) 建設省: 公共施設管理用光ファイバネットワークシステムの開発, 第52回建設省技術研究会報告, 1998.
- 2) 建設省: 公共施設管理用光ファイバネットワークシステムの開発, 第53回建設省技術研究会報告, 1999.
- 3) 建設省: 管理施設用小容量光伝送装置標準仕様, 1998.

<文責>

建設省土木研究所企画部情報技術総括研究官 森重卓雄  
建設マネジメント技術研究センター  
建設システム課研究員 杉浦政裕