

ITS 導入に伴う高速道路交通管制室機能の高度化の検討

真壁逸弘 渡邊裕二 仲谷善雄 米山稔 井上正典

(株) ドーシス

東京都中央区八丁堀 4-10-4 白銅第一ビル 〒104-0032

電話 : 03-3206-8018 FAX : 03-3206-8467

makabe/y-watanabe@dosys.co.jp

今後の高速道路では、ITS（高度道路交通システム）の導入に伴って多種多様な情報が発生し、道路交通に関する情報処理が高度化、複雑化することが予想され、交通管制室の高度化が要求される。ITS によって交通管制業務の効率化が推進される一方で、様々な機器の導入やシステムの変更が必要となる可能性がある。そこで ITS 各種サービスが導入された場合に、交通管制室に新たに必要とされる機能、設備、システム運用を検討した。最初に、ITS の各分野で想定される機能を整理し、必要なシステム構成要素を抽出した。次にそれらのシステム構成要素を統合し、交通管制システムの全体像を明らかにした。最後に、4つのサービス分野を選択し、機能、処理フロー、システム構成、運用等について詳細な検討を実施した。

A Study on Advanced Functions of Traffic Control Center in Highways with ITS

Itsuhiro Makabe, Yuji Watanabe, Yoshio Nakatani, Minoru Yoneyama, and Masanori Inoue

Dosys CO.,LTD.

10-4 Hacchobori 4, Chuo-ku, Tokyo 104-0032

Information processing in highway traffic is getting more advanced and complex because of various kinds of information generated by ITS (Intelligent Transport Systems) services, and the traffic control center is required to become more advanced. ITS promotes effectiveness of traffic control, while it requires additional equipment and modification of a traffic control system. This study investigates necessary modification of the functions, equipment, and system operations required by ITS. First, necessary system components are abstracted based on the functions to be introduced as ITS services. Next, the components are integrated into a total system of advanced traffic control. Lastly, four of ITS services are selected to investigate the functions, processing flow, allotted process of equipment, and constraints in their operation, in details.

1. まえがき

ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) は、最先端の情報通信技術を用いて、道路、車両をシステムとして一体化することにより、道路利用者・管理者の利便性、安全性、快適性、経済性の向上を図るものである。ITS の開発分野には9分野 (ナビゲーションシステムの高度化、自動料金収受システム、安全運転の支援、道路交通監視の高度化、道路管理の効率化、公共交通の支援、商用車の効率化、歩行者等の支援、緊急車両の運行支援) で20のサービス (172 サブサービス) が提唱されており、各機関で研究開発が進められている。

高速道路では、道路上で発生する各イベント (事故、災害等) の情報を収集し、情報板などによって利用者に情報提供するための交通管制業務がある。今後 ITS サービスの導入によって、高速道路交通に関する情報処理がますます高度化、複雑化することが予想されるため、交通管制業務も含めた交通管制システム機能の高度化が要求されてくる。ITS によって交通管制業務の効率化が推進される一方で、様々な機器の導入やシステムの変更が必要となる可能性がある。

そこで、ITS 各種サービスが導入された場合に、ITS 技術を利用した交通管制室の機能の検討、システム構成、運用について検討を行うことにした[1]。従来、交通管制業務の高度化という視点から ITS を検討した例は、筆者らの知る限りではない。検討では、最初に、アンケート調査を実施し、検討において考慮すべき点を整理した。また ITS サービスで想定される機能を整理し、必要なシステム構成要素を抽出した。次にそれらのシステム構成要素を統合し、交通管制システムの全体像を明らかにした。最後に、4つのサービス分野を選択し、機能、処理フロー、システム構成、運用等について詳細な検討を実施した。本稿ではこれらの中から例を挙げて概要を紹介する。

2. アンケート調査

対象は日本道路公団の全国各局・支社を対象として、アンケート調査を実施した。[2]。

(1) ITS への期待

交通管制に関係が深いと判断した6分野 (ナビの高度化、自動料金収受システム、交通監視の最適化、道路管理の効率化、安全運転の支援、緊急車両の運行支援) について、重要度を評価してもらった。

その結果、重要度の順番は高い順に、①道路管理の効率化、②交通監視の最適化、③自動料金収受シス

ム、④緊急車両の運行支援、⑤ナビの高度化、⑥安全運転の支援、であった。どの分野においても半数以上が重要性を感じている。

(2) 交通管制室の運用

現在の交通管制室の問題点を回答してもらった。

その結果、現在の機器 (卓、大型表示装置など) は、卓の統合の必要性、卓の操作性の向上、CRT 表示部の視認性の向上などについて問題を抱えており、見直しを行う必要があるという結果が得られた。管制員の作業低減につながるイベント手入力の自動化、帳票自動作成などに関しては、概ね好意的に受け止められた。

3. 必要サブシステムの抽出

本章では、ITS の各分野で想定される機能を整理し、必要なシステム構成要素を抽出した。

システムイメージ、システム構成要素機能分担表を、歩行者支援を除く8分野について作成した。図1、表1は維持管理の効率化の災害の例である。

システムイメージ図では、システムを実現するための機能を明らかにし、それらの機能の間を情報がどのように流れるかを把握できるように整理した。

システム構成要素機能分担表では、システムイメージ図で抽出された機能がどのようなシステム構成要素に分担されるのかを明らかにするとともに、アンケート調査で管制員の作業低減につながるとされた処理の自動/半自動化を進める方向で検討した。

4. 交通管制システムの統合

前章のシステムイメージ図及びシステム構成要素機能分担表に基づいて、ITS 導入後の交通管制システムのシステム構成要素を整理・統合したものが図2である。ここでは、特定の管理局ではなく、一般的な管理局のシステムを対象としている。

図2ではセンタ、管理局、管理事務所、路側、車両というレベルに分けて、各レベルで管理運用するサブシステムを整理した。網がけの四角で表した部分が新規に追加あるいは改造するシステム構成要素である。

【センタ】

①Web サーバ：外部に対して交通情報を提供。

②家庭/事務所：家庭や事務所から Web サーバにアクセスし、交通情報を入手して、旅行計画に反映。

【管理局】

①新規交通中央システム：表1等の機能を分担。

②提供装置向けサーバ：新規交通中央で管理する情報を、各サブシステムが必要とする形に変換。今

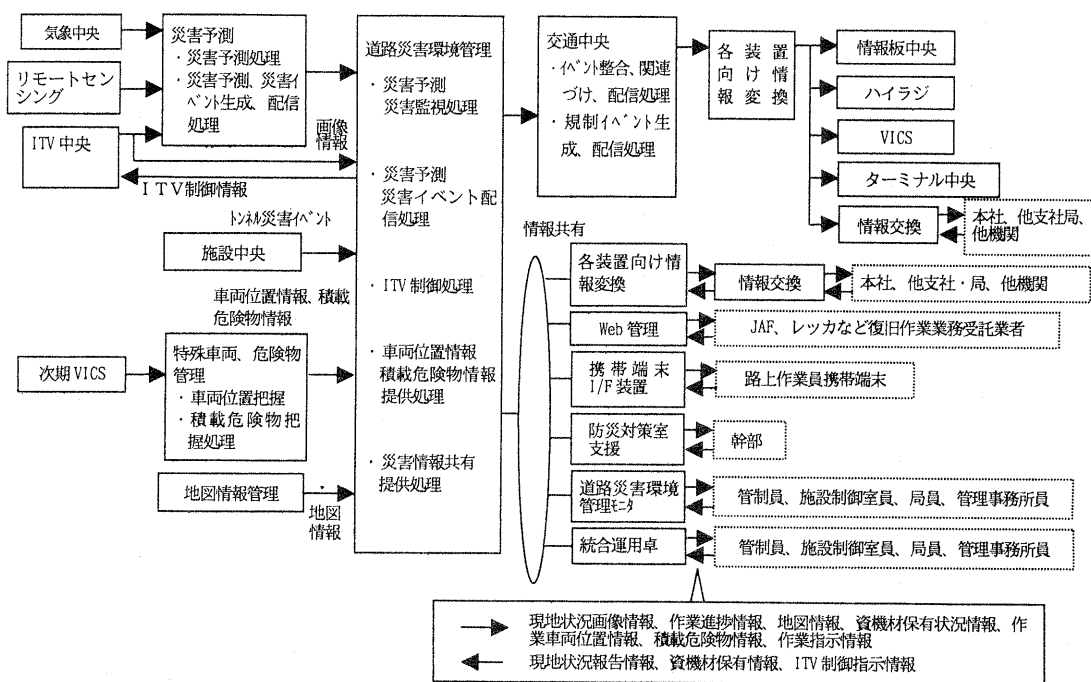


図1 道路管理の効率化（災害）の支援システムのイメージ

後追加されるサブシステムとの連携を効率化する。

③ 情報交換

- ・道の駅：自治体および建設省管轄の道の駅に隣接する高速道路の情報を通知。
- ・公共交通：高速バス等の公共交通機関の走行状況をリアルタイムで把握。交通情報を提供。
- ・輸送事業者：輸送計画、輸送車の走行状況をリアルタイムで把握。交通情報を提供。

④ 走行環境情報サーバ：路面状況や視程距離悪化など、局所的な情報をドライバーに通知。

⑤ 旅行時間

- ・交通量計測サーバ：交通量を計測したデータを管理し、情報提供する。
- ・交通流制御サーバ：交通流を円滑に保つために必要な情報を提供する。
- ・ETC 交通量計測：ETC 料金所での交通量の計測データを管理し、情報提供する。

⑥ 道路維持管理

- ・道路形状DB：道路形状データを一元管理する。
- ・道路災害環境管理サーバ：道路上や沿線に関して災害の過去の発生箇所、発生の可能性のある箇所などの情報を管理し、情報提供する。
- ・災害予測サーバ：路側の各種センサのデータに

基づいて災害の発生を予測する。

- ・道路保全管理支援処理サーバ：道路の保全維持に必要な機具、数量、保管者などの情報を管理し、情報提供する。
- ・特殊車両、危険物管理サーバ：特殊車両の登録および積載する危険物の種類や事故時の対応方法などのデータを管理し、情報提供する。
- ・道路損傷予知サーバ：路側センサからのデータに基づいて路面の損傷を予測する。

⑦ 地図情報管理サーバ：路線に関する地理データを管理し、情報提供する。

⑧ AHS-i 情報処理サーバ：AHS-i 路側を通じて収集した局内情報や提供情報を一元管理。

⑨ 消防／警察

- ・緊急車両端末：緊急車両に搭載し、現場や現場までの走行中に各種の情報を収集。
- ・緊急車両管理サーバ：緊急車両のID、出動状況、現在位置などを管理し、情報提供する。
- ・緊急車両支援処理装置：緊急車両向けに必要な情報を収集し、情報提供する。

⑩ 局内共通DB：路線上の設備を管理するために、各サブシステムで共通に必要な情報をデータベース化する。

表1 道路管理の効率化（災害）のシステム構成要素機能分担表

A：自動処理 H：半自動処理 M：手動処理				：新規機能	
入力装置	イベント/プロセス	ITSサービス 具体的内容	A/H/M	提供先	処理担当の構成要素（想定）
気象中央、リモートセンシング、ITV中央	気象情報、災害センシング画像情報	気象情報、災害センシング画像情報受信	A	災害予測処理	災害予測サーバ
災害予測サーバ	災害予測、災害イベント	災害予測、災害イベントの受信	A	災害予測、災害監視処理	道路災害環境管理サーバ
施設中央	リモート災害イベント	リモート災害イベントの受信	A	災害予測、災害監視処理	道路災害環境管理サーバ
ITV中央	固定ITV画像、移動ITV情報、可搬カメラ画像情報	画像情報の受信	A	災害情報共有、提供処理	道路災害環境管理サーバ
次期VICS	車両位置情報、積載危険物情報	車両発信の車両位置情報（車両ID、GPS情報）、積載危険物情報（種類）受信	A	車両位置把握、積載危険物把握処理	特殊車両、危険物管理サーバ
特殊車両、危険物管理サーバ	車両位置情報、積載危険物情報	車両位置情報、積載危険物情報の把握、配信受信	A	災害情報共有、提供処理	道路災害環境管理サーバ
地図情報管理サーバ	地図情報	地図情報の受信	M	災害情報共有、提供処理	道路災害環境管理サーバ
道路災害環境管理モニタ、統合運用卓	ITV制御指示情報	ITV制御指示情報の配信	M	ITV中央	道路災害環境管理サーバ
交通中央	災害、規制整合イベント	災害、規制整合イベント受信、配信	A	情報板中央、パナソニック中央、VICIS中央、ミナミ中央、情報交換	提供装置向けサーバ
道路災害環境管理サーバ	現地状況画像、地図情報、作業車両位置情報など災害情報	災害情報の配信	M	災害情報共有、提供処理	提供装置向けサーバ（情報交換）、Webサーバ、携帯端末（カメラ）装置、防災対策室サーバ、道路災害環境管理モニタ、統合運用卓
	災害予測処理	画像処理、気象計量情報の統計処理により災害予測および災害検出を実行	A	災害予測、災害イベント生成、配信処理	災害予測サーバ
	災害予測、災害イベント生成、配信処理	災害予測および災害検出により災害予測、災害イベントを生成、配信	A	道路災害環境管理サーバ	災害予測サーバ
	車両位置把握、危険物把握処理	車両位置情報、危険物情報の把握、配信	A	道路災害環境管理サーバ	特殊車両、危険物管理サーバ
	災害予測、災害監視処理	災害予測、災害発生時の把握	A	災害予測、災害イベント配信処理	道路災害環境管理サーバ
	災害予測、災害イベント配信処理	災害予測、災害イベントの配信	A	交通中央	道路災害環境管理サーバ
	ITV制御処理	ITV制御情報の配信	M	ITV中央	道路災害環境管理サーバ
	車両位置、危険物情報提供処理		A		道路災害環境管理サーバ
	イベント整合、関連づけ、配信処理		A	提供装置向けサーバ	交通中央
	規制イベント生成、配信処理		A	提供装置向けサーバ	交通中央
	災害情報共有、提供処理	現地状況画像、資機材保有状況、地図情報など災害情報の要求による情報提供、情報更新	M	統合運用卓、道路災害環境管理モニタ、施設中央、情報交換、Webサーバ、携帯端末、防災対策サーバ	道路災害環境管理サーバ

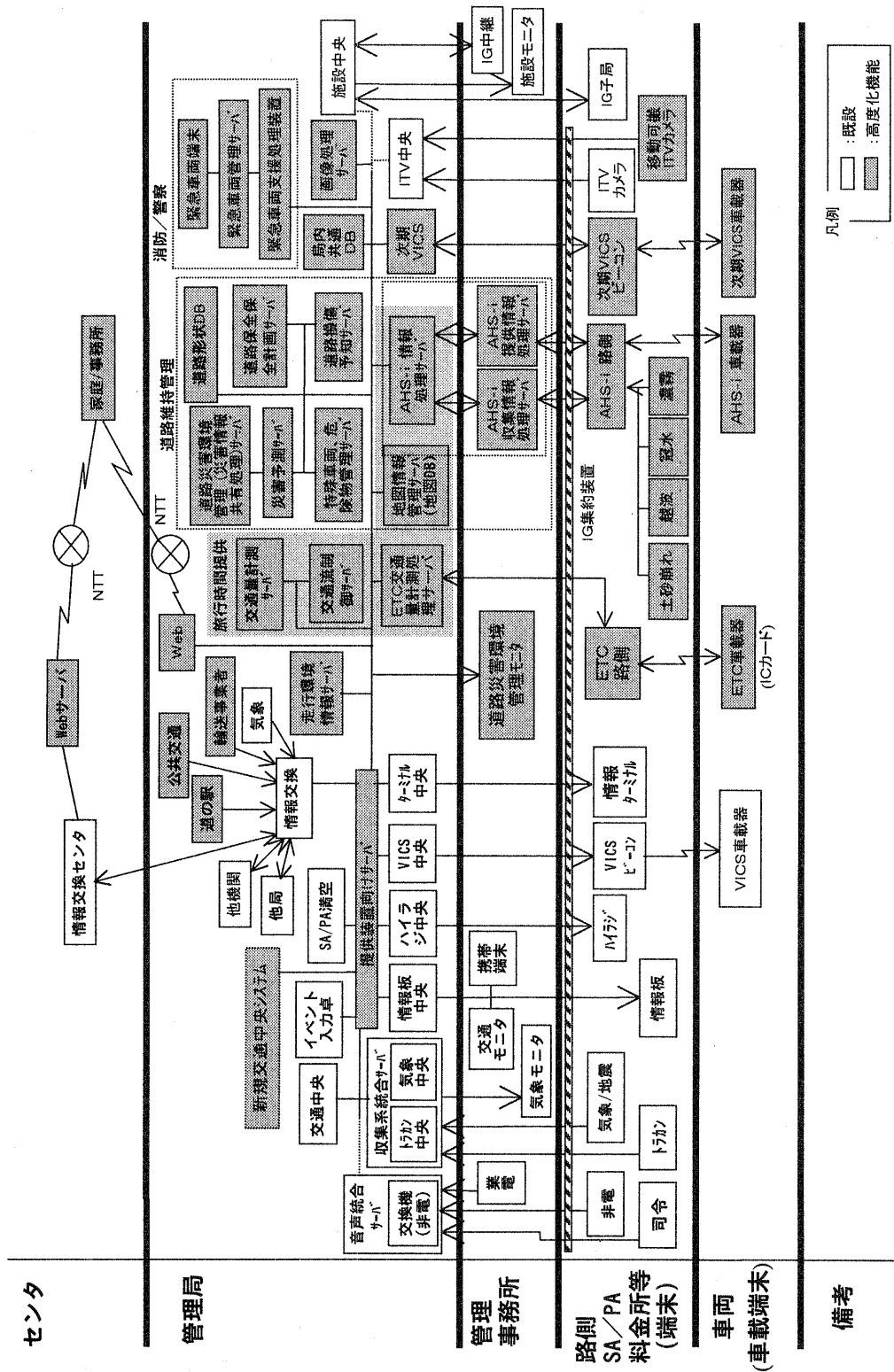


図2 統合したITS向け交通管制システムの構成

- ⑪ 画像処理サーバ：路側 ITV や可搬 ITV から収集した画像データを分析・管理し、情報提供する。
- ⑫ 次期 VICS：双方向型の VICS により収集された車両情報を管理し、情報提供する。

【管理事務所】

- ① 道路災害環境管理モニタ：道路災害環境管理サーバより得られるデータに基づいて管内の道路状況を監視する。
- ② AHS-i 収集情報処理サーバ：路側センサや車両から道路状況に関する情報を収集する。
- ③ AHS-i 提供情報処理サーバ：AHS-i 情報処理サーバが管理する情報から提供する情報を選択し、AHS-i 路側を通じて車両に提供する。

【路側】

- ① ETC 路側：本線上に設置され、ETC 車の通行に関する情報を収集する。
- ② AHS-i 路側：路側センサや車両からデータを収集し、車両に対して情報提供する。
- ③ 次期 VICS ビーコン：次期 VICS 搭載車両との間で情報を交換する。
- ④ 各種路側センサ（土砂崩れ、越波、冠水、濃霧）
- ⑤ 移動可搬 ITV カメラ：事故現場等の情報を収集するための可搬型の ITV カメラ。
- ⑥ IG 集約装置：路側機器からのデータを集約するとともに、中央からの情報を配信する。

【車両】

- ① ETC 車載器
- ② AHS-i 車載器
- ③ 次期 VICS 車載器

5. 詳細検討

統合システムの整理に基づいて、再度、各サービスを実現するシステムの処理フローや運用を詳細検討した。本検討では分析を深める目的で、交通管制に特に大きな影響を与えると考えられる分野を対象を絞った。そのとき、アンケート調査の結果、各サービスの統合システムにおける位置づけなどを考慮して決定した。

最初に、3章の結果より交通管制との関連性が高いと認められたのは、ナビの高度化、自動料金収受システム、安全運転の支援、交通管理の最適化、道路管理の効率化、緊急車両の運行支援の6分野であった。これはアンケート項目と一致している。そこでこれらの6分野のサービスを基本としつつ、さらに絞るために下記の議論を行った。

- ① アンケートなどから、道路管理者側では「道路管

理の効率化」が重要視されている。

- ② AHS は将来的な夢として注目されており、これを含む「安全運転の支援」は重要である。
- ③ 「ナビの高度化」は「安全運転の支援」に含めて考えることとする。
- ④ 「自動料金収受システム」は「交通管理の最適化」に含めて考えることとする。
- ⑤ 「交通管理の最適化」については、高速道路との関連性を考慮して「交通流の最適化」に絞って検討する。

以上の議論より、以下の章で検討対象とする分野として、重要度順に下記の4つを選択した。

- ① 道路管理の効率化
- ② 交通流の最適化
- ③ 緊急車両の運行支援
- ④ 安全運転の支援

これらの4つ以外の5分野についても無視することなく、これらの検討の中で十分に考慮することとした。なお、「道路管理の効率化」は重要度が高いので、災害対応と保全管理支援の2つに分けて検討した。

以下では「道路管理の効率化」の例を挙げる。

（1）道路管理の効率化（災害）の目的

① 災害発生の早期／事前把握による道路利用者や道路構造物への被害回避の支援、② 災害時における現地状況画像や資機材保有状況などの情報の管制室、支社局、管理事務所、復旧業務委託業者、他機関など関連部門との共有を通じた迅速かつ的確な復旧作業のための協同作業環境の提供、を目的とする。

（2）サービスの機能

- ① 災害予測、災害情報提供機能 … 土砂、越波などの自然災害や道路コンクリート劣化、道路陥没などの災害検出、通報および測定量の統計的処理や画像処理により、前記災害を事前に予測、通報し、道路利用者や道路構造物への被害回避を支援する。
- ② 災害現場詳細状況把握および災害復旧作業の協調作業支援機能 … ネットワーク上に存在する管制室、本社、支社局、管理事務所、路上作業員、他機関、復旧作業業務受託業者などの間で、災害現場の現地状況画像、作業状況、資機材保有状況、災害現場関連図面などの情報を共有し、仮想的な協同作業環境を提供する。
- ③ 特殊車両・作業車両位置、危険物把握機能 … 効率的な災害復旧作業を支援するため、特殊車両・作業車両の現在位置や危険物積載車両の現在位置、積載危険物の種類などを収集・把握し、管制室、管理事

務所などへ提供する。

(3) 処理フロー

図3に「道路管理の効率化(災害)」の処理フローを示す。また図4にシステム構成を示す。

(4) 運用シナリオ

現行の運用と ITS での運用シナリオを比較する。

- ①災害の予測 … 管制室、管理事務所において、土砂、越波などの災害や道路構造物の劣化などによる被害発生を事前に予測する。

現行：巡回点検により収集した現場の情報、気象情報、経験に基づき管理事務所員が予測を行う。災害情報の提供、通行規制は管制室、局、事務所、本社、警察などで協議し実施の可否を決定。情報提供は入力卓から手動でイベントを入力。

ITS：災害予測サーバにより自動で災害を予測、通報。規制実施の可否決定は現行と同様。イベントは自動生成。情報提供決定操作のみ手入力。

- ②災害発生の把握 … 管制室、管理事務所において、土砂、越波などの災害や道路構造物の劣化などによる人災発生を確認、把握。

現行：非常電話からの通報、携帯電話からの通報、パトロールからの連絡、ITV による常時監視、テレビの災害情報などにより把握。情報提供は入力卓から手動でイベントを入力。

ITS：災害予測サーバが自動で災害検出、通報。イベントは自動生成。情報提供決定操作のみ手入力。

- ③状況把握点検、応急復旧点検 … 災害発生時、道路利用者・道路の被害状況、沿道の状況を把握する。

1) 状況把握手段

現行：現場で採取したビデオ映像、ボラロイド写真、デジタルカメラ静止画像、ITV 画像により把握。

ITS：ITV、移動 ITV、可搬カメラのリアルタイム画像。また、同画像を管制室、局、管理事務所、本社、復旧作業業務受託会社、関係機関などと共有。

2) 被災現場作業員との連絡

現行：非常電話、携帯電話、無線での音声連絡。

ITS：現行に加え、携帯端末による画像（静止画像、動画像）や文字での連絡。

3) 関係部門、他機関との連絡

現行：電話、FAX により音声、文字、静止画で連絡。

ITS：現行に加え、Web による画像、文字での連絡。

4) 特殊車両位置、積載危険物などの把握

現行：現地調査により把握。

ITS：モニタ画面により把握。

- ④応急復旧作業 … 応急復旧点検で収集した情報を基に応急復旧計画を策定し、必要資機材の確保を行い、応急復旧作業を実施する。

1) 資機材管理方法

現行：応急復旧作業受託業者の呼び出しや電話連絡などにより情報収集し、記録簿により管理。

ITS：応急復旧作業受託業者とのネットワーク (Web) により情報収集し、関連部門で共有化。

2) 作業車両の位置把握

現行：無線、携帯電話などにより作業車両乗務員との交信により把握。

ITS：モニタ画面により把握。

3) 作業進捗状況把握

現行：現場作業員との無線、携帯電話等による報告。

ITS：ITV カメラ画像により把握。また、関係部門間で進捗状況を共有化。

(5) 運用上の制約

表2に技術点、運用的な制約を整理する。

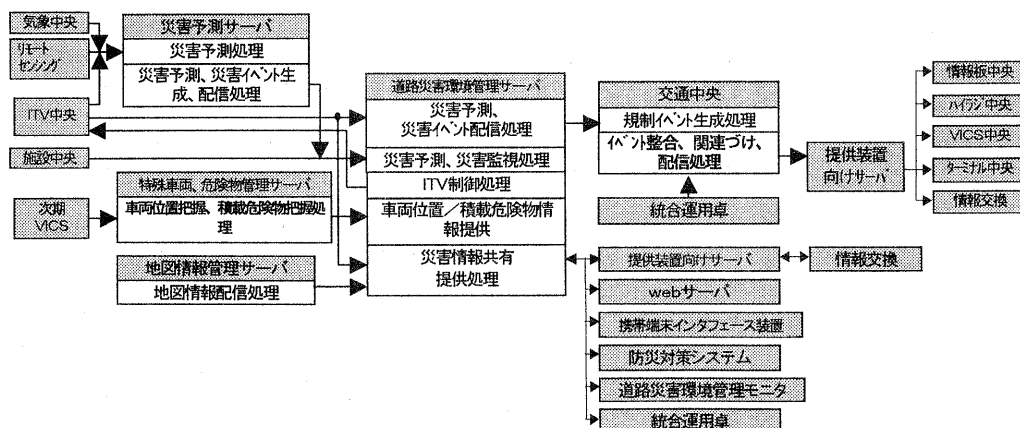


図3 道路管理の効率化(災害)の処理フロー

6. あとがき

ITS 導入時の高速道路の交通管理室の機能やシステム構成について相当程度に明らかにできたと考える。今後は検討内容をより詳細にするとともに、具体的な管理局を対象とした検討を実施したい。

〔謝辞〕

アンケート調査にご協力頂いた日本道路公団、本検討を実施するに当たって有意義な議論を頂き、種々の資料を作成・提出して頂いた沖電気、東芝、日本電気、

富士通、三菱電機の各社の皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] ドーシス他：ITS 導入に伴う交通管制室機能の高度化（その2）に関する研究、ドーシス共同研究報告書、1999.
- [2] ドーシス他：ITS 導入に伴う交通管制室機能の高度化（その1）に関する研究、ドーシス共同研究報告書、1998.

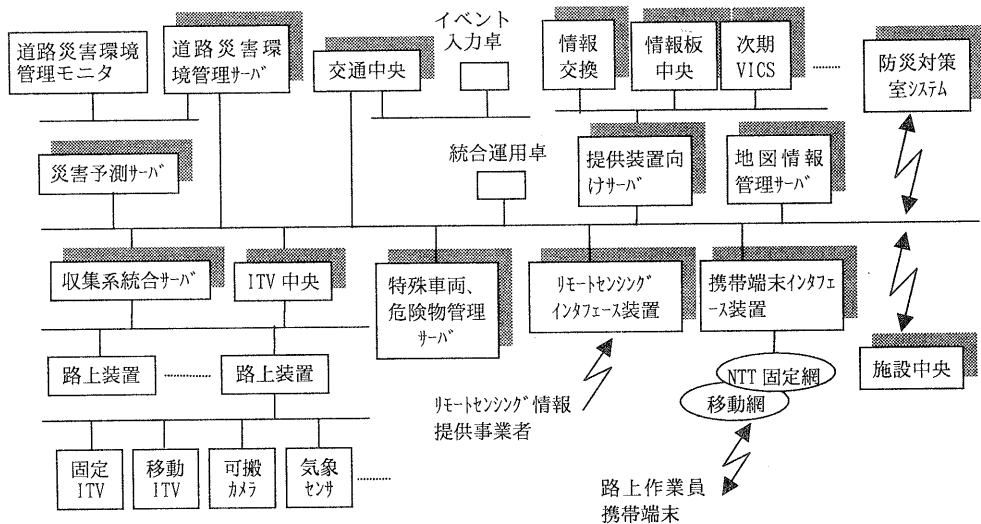


図4 道路管理の効率化（災害）のシステム構成

表2 道路管理の効率化（災害）の主な制約事項

名称	内容	指針
災害センシング技術	災害予測、災害発生検出アルゴリズムの確立	活用できれば点検業務の簡素化や被害の最小化が期待できる。また、人的被害の回避などの点で極めて有効であり、アルゴリズム早期確立のため、重点的研究が必要。
画像伝送技術	画像伝送インフラの整備	災害現場詳細状況把握のためには可搬カメラが活用されることになるが、トンネル部、山間部など難聴地帯では情報コンセントなどの有線系の通信インフラ、明かり部では SS 無線 LAN などの無線系の通信インフラと、補完的な整備をして行く必要がある。
	画像情報のコンパクト化	複数のユーザが画像情報をネットワーク上で同時に見られる環境を経済的に構築するためには、画像情報をできるだけコンパクトにすることが必須。また災害への適用という点では最低でも MPEG2 程度の画質が要求され、画像コンパクト化技術の更なる研究が必要。