

ベトナム国
I T S 技術基準・運用計画の
策定支援調査

報 告 書

平成 23 年 1 月
(2011年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 ネクスコ東日本エンジニアリング
株式会社 ア ル メ ッ ク

基盤
JR
11-011

ベトナム国
I T S 技術基準・運用計画の
策定支援調査

報 告 書

平成 23 年 1 月
(2011年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ
株式会社 ネクスコ東日本エンジニアリング
株式会社 ア ル メ ッ ク

目 次

1.	要約	1
1.1	主な調査成果	1
1.2	ITS 整備のロードマップの設定	2
1.3	高速道路運用管理サービス水準の設定	2
1.4	ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組み	3
1.5	システム基本方針の選択結果	5
1.6	ITS 技術基準案	6
1.7	高速道路統合のための ITS パイロットプロジェクトの計画	6
2.	業務概要	8
2.1	調査の背景	8
2.2	調査の目的	8
2.3	調査の範囲	9
2.4	調査対象地域	9
2.5	調査実施の枠組み	11
3.	調査の前提事項	12
3.1	ITS のゴール	12
3.2	ITS 利用者サービス	13
3.3	ITS 整備のロードマップ	14
3.4	高速道路運用管理のサービス水準	18
3.5	ITS 実施パッケージ	21
3.6	ITS 標準化の要件 (ITS マスタープランより)	23
4.	技術的アプローチ	25
5.	調査実施の方法	27
6.	ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組み.....	31
6.1	高速道路運用管理の枠組み	31
6.2	高速道路運用管理水準のコントロール	36
6.3	道路交通管制の枠組み	37
6.4	事故通報の手順	39
6.5	道路・交通監視の手順	40
6.6	交通イベントデータ管理の手順	41
6.7	道路交通情報提供の枠組み	42
6.8	高速道路網の料金体系	43
6.9	道路料金管理の枠組み	46
6.10	道路料金決済の枠組み	47

6.11	IC カード運用の枠組み	51
6.12	OBU 管理の枠組み	52
6.13	道路料金エンフォースメントの枠組み	52
6.14	過積載取締りの枠組み	54
6.15	通信ネットワーク管理の枠組み	55
6.16	無線周波数割当て	58
6.17	ITSに必要な枠組み構築の課題	58
7.	システムの基本方針の選択	60
7.1	CCTV カメラの配置	60
7.2	車両検知器の配置	67
7.3	非接触 IC-Card タイプ	71
7.4	プリペイ残高の確認	74
7.5	料金所車線の配置	76
7.6	ETC 用路車間通信方式	77
7.7	軸重計測装置の配置	82
7.8	路側装置制御の統合化	83
7.9	伝送方式	86
7.10	システムの基本方針の選択結果	88
8.	ITS 技術基準案	89
8.1	設計標準案	89
8.2	機器標準仕様案	92
8.3	メッセージ・データ標準案	97
8.4	通信システム計画案	99
9.	高速道路統合のための ITS パイロットプロジェクトの計画	100
10.	ITS 段階的整備のための方策のまとめ	115

表目次

表 1.1 ITSに必要な枠組み構築の主な課題	4
表 1.2 ITS技術基準案の文書構成	6
表 3.1 第1ステージのITSの主要目標	15
表 3.2 第2ステージのITSの主要目標	15
表 3.3 第3ステージのITSの主要目標	16
表 3.4 ITSマスタープランに示されるミニマルサービス	18
表 3.5 高速道路運用/維持管理サービス	19
表 3.6 道路交通情報の提供・管制に関する標準化の要件	23
表 3.7 ノンストップ道路料金収受に関する標準化の要件	24
表 3.8 大型貨物車両の管理に関する標準化の要件	24
表 3.9 通信システムに関する標準化の要件	24
表 6.1 高速道路運用管理の枠組みの長所と短所	34
表 6.2 ベトナムの車種区分	44
表 6.3 インドネシアの車種区分	44
表 6.4 マレーシアの車種区分	45
表 6.5 日本の車種区分	45
表 6.6 ETC・タッチ&ゴーのための支払方法の比較	47
表 6.7 道路料金決済の枠組みの比較	50
表 6.8 ISO 14904における基本構想モデルとの対応	51
表 6.9 ITSに必要な枠組み構築の主な課題	59
表 7.1 監視の最大範囲の算出結果	62
表 7.2 CCTVカメラの設置・運用方針の長所・短所	65
表 7.3 事象検知用CCTVカメラ配置方針の比較	66
表 7.4 車両検知器の設置・運用方針の長所・短所	69
表 7.5 車両検知器の方式比較	70
表 7.6 コンタクトレスICカードの仕様の比較	71
表 7.7 衝突防止手法	73
表 7.8 ETC車線運用方法の比較	77
表 7.9 ETCの路車間通信方式の比較	78
表 7.10 米国でのTRF-Tagの利用実績	81
表 7.11 軸重計測装置の配置案の比較	82
表 7.12 伝送方式の比較	87

表 8.1 設計標準案(1) に示される機能パッケージの基本目次構成.....	90
表 8.2 設計標準案(2) に示される機能パッケージの基本目次構成.....	91
表 8.3 設計標準案(3) に示される機能パッケージの基本目次構成.....	91
表 8.4 各機能パッケージの機器標準仕様案の基本目次構成.....	93
表 9.1 北部地域の高速道路ネットワーク計画.....	106
表 9.2 北部地域のプロジェクト実施必要数量.....	111
表 9.3 北部地域のプロジェクト実施概算コスト.....	111
表 9.4 南部地域のプロジェクト実施必要数量.....	113
表 9.5 南部地域のプロジェクト実施概算コスト.....	114

目次

図 1.1 ITS 技術基準案のコンセプト	1
図 1.2 優先すべき ITS 利用者サービスのロードマップ.....	2
図 1.3 枠組み 1 における役割分担	3
図 1.4 枠組み 2 における役割分担	4
図 1.5 北部地域のパイロットプロジェクトの対象道路網	7
図 2.1 本調査業務の対象範囲および対象地域.....	9
図 2.2 ベトナムの高速道路網計画	10
図 2.3 調査実施のフレーム	11
図 3.1 調査の前提条件	12
図 3.2 道路交通情報の提供・管制.....	13
図 3.3 ノンストップ道路料金収受	13
図 3.4 大型貨物車両の管理	14
図 3.5 ベトナムの都市間高速道路・幹線道路網における ITS のロードマップ	14
図 3.6 道路交通情報の提供・管制	16
図 3.7 ノンストップ道路料金収受	17
図 3.8 大型貨物車両管理	17
図 3.9 基本的な高速道路運用の説明	19
図 3.10 ITS を用いた高度な高速道路運用	20
図 3.11 道路交通情報の提供・管制を構成する実施パッケージ	21
図 3.12 ノンストップ道路料金収受を構成する実施パッケージ	21
図 3.13 大型貨物車両の管理を構成する実施パッケージ	21
図 3.14 コラボレーション図	22
図 3.15 メッセージシーケンス図.....	22
図 4.1 ハノイ市周辺でのパイロットプロジェクト	26
図 4.2 ホーチミン市周辺でのパイロットプロジェクト.....	26
図 5.1 ITS 技術基準案検討のためのワーキンググループ	27
図 5.2 ワーキンググループでの ITS の明確なコンセプトの共有	28
図 5.3 ITS 技術基準案策定の役割分担.....	28
図 5.4 ITS に関する技術移転の推進	30
図 5.5 近隣諸国との ITS 連携推進の支援	30
図 6.1 枠組み 1 における役割分担	31

図 6.2 枠組み 2 における役割分担	32
図 6.3 枠組み 3 における役割分担	32
図 6.4 枠組み 4 における役割分担	33
図 6.5 枠組み 5 における役割分担	33
図 6.6 枠組み 5 をベースとした全体枠組みの例	35
図 6.7 不明瞭な道路運用・維持管理の改善の効果	36
図 6.8 道路運用・維持管理サービス水準のコントロール	36
図 6.9 高速道路交通管制の枠組み	38
図 6.10 非常電話の利用	39
図 6.11 携帯電話の利用	39
図 6.12 日常的な監視	40
図 6.13 事故発生時の監視	40
図 6.14 メインセンター要員による交通イベントデータ入力	41
図 6.15 道路管理事務所要員による交通イベントデータ入力	41
図 6.16 現場のパトロール要員による交通イベントデータ入力	42
図 6.17 インターネットを介した交通情報提供	42
図 6.18 都市間高速道路での距離比例料金の料金所配置	43
図 6.19 大都市圏での複合的料金体系	43
図 6.20 異なる道路管理者と銀行を含む道路料金管理の枠組み	46
図 6.21 タイプ-0 道路管理者により発行される非共通 IC カード	48
図 6.22 タイプ-1' 単一の銀行により発行される共通 IC カード (第 1 段階)	49
図 6.23 タイプ-1 複数の銀行により発行される共通 IC カード (次段階)	49
図 6.24 道路料金と交通量のクロスチェックを含む道路料金決済の枠組み	50
図 6.25 IC カード運用の枠組み	51
図 6.26 OBU 管理の枠組み	52
図 6.27 道路料金エンフォースメントの役割分担	53
図 6.28 ETC の道路料金エンフォースメントサポートの方策	54
図 6.29 過積載取締りの役割分担	54
図 6.30 階層的なネットワーク・トポロジー	55
図 6.31 通信ネットワーク管理	55
図 6.32 道路管理者による個別の管理	56
図 6.33 通信システム管理会社と道路管理者による個別の管理	56
図 6.34 通信システム管理会社による統括的な管理	57
図 6.35 光ファイバーケーブルの段階的整備	57
図 7.1 事故処理の手順	60
図 7.2 CCTV カメラの設置・運用方針	61
図 7.3 高速道路に沿って短い間隔で連続的な CCTV カメラ配置	63

図 7.4 高速道路に沿って連続的な CCTV カメラ配置.....	63
図 7.5 高速道路上のボトルネック箇所への CCTV カメラ配置.....	64
図 7.6 事象検知のための固定 CCTV カメラの追加配置.....	66
図 7.7 事象検知のための高解像度固定 CCTV カメラの追加配置.....	66
図 7.8 車両検知器の設置・運用方針.....	67
図 7.9 2つのインターチェンジの中間点への車両検知器の配置.....	68
図 7.10 高速道路に沿って短い間隔で連続的な車両検知器の配置.....	68
図 7.11 高速道路上の渋滞多発箇所への車両検知器の配置.....	68
図 7.12 高速道路に沿った連続的な車両検知器の配置.....	69
図 7.13 ISO/IEC14443 および ISO/IEC18902 との関係.....	72
図 7.14 プリペイ残高確認の2つの方法.....	74
図 7.15 銀行から全ての料金所の全料金所ブースへのプリペイ残高の配信.....	74
図 7.16 2つの方法におけるプリペイ残高更新の比較.....	75
図 7.17 通信が低品質の場合に生じる Prepaid-Balance-in-Bank の問題.....	75
図 7.18 ETC とタッチ&ゴーの連携運用.....	76
図 7.19 料金支払い方法の組合せ利用.....	76
図 7.20 料金所車線の柔軟な運用.....	76
図 7.21 電波によるデータ通信精度の比較.....	79
図 7.22 5.8GHz の DSRC と 865 MHz の無線の比較.....	79
図 7.23 軸重計測装置の配置案.....	82
図 7.24 サプライヤ間で互換性のない制御コード.....	83
図 7.25 CCTV カメラ制御の統合化.....	84
図 7.26 VMS 制御の統合化.....	85
図 7.27 検知器・センサーからの検知結果の伝送.....	85
図 7.28 道路料金自動収受の路側機器の制御および検知結果の伝送.....	86
図 7.29 ITS の通信ネットワークの伝送容量設定のコンセプト.....	86
図 7.30 帯域保障とベストエフォートの考え方.....	87
図 8.1 ITS に関する基準類の役割分担イメージ.....	97
図 8.2 メインセンターの配置.....	99
図 8.3 大都市圏でのセンター間の連携.....	99
図 9.1 プロジェクト実施による ITS 整備水準の統一.....	100
図 9.2 プロジェクトの位置づけ.....	101
図 9.3 北部地域のプロジェクトで対象とする道路網.....	102
図 9.4 対象道路網の現在の状況.....	103
図 9.5 ITS を導入した環状の自動車専用道路による経路選択性.....	104
図 9.6 北部地域における複合道路料金体系.....	105

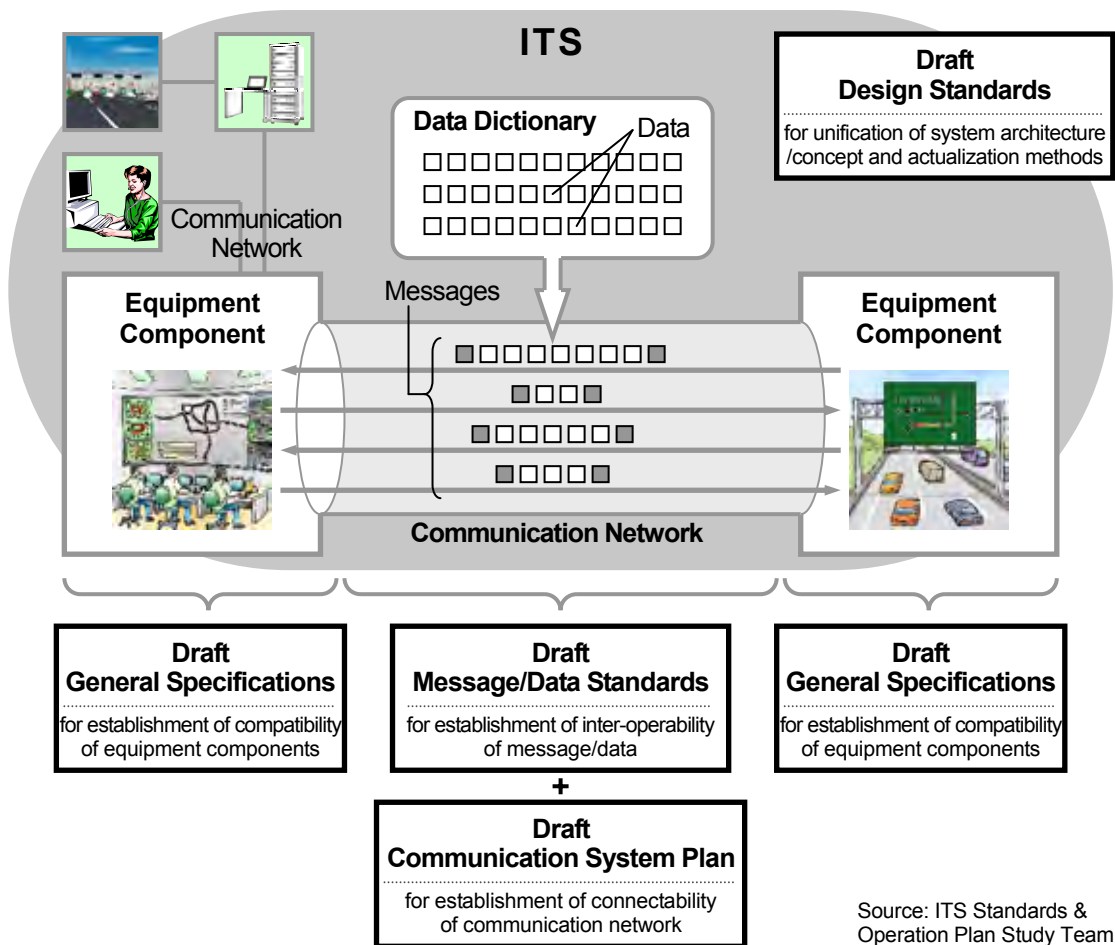
図 9.7 環状 3 号線および 4 号線による経路選択性	105
図 9.8 環状 3 号線と 4 号線の分担管理.....	106
図 9.9 北部地域の高速道路網の分担管理体制.....	107
図 9.10 南部地域のプロジェクトで対象とする道路網.....	108
図 9.11 北部地域の道路管理事務所構成.....	109
図 9.12 南部地域の道路管理事務所構成.....	112

1. 要約

1.1 主な調査成果

全国規模で高速道路の整備が進められているベトナムでは、複数の道路区間を統合した ITS の整備が重要な課題となっている。そこで、本調査では、以下の各課題に対応する検討成果をまとめ、報告書および ITS 技術基準案に示した。

- (1) ITS 整備のロードマップの設定
- (2) 高速道路運用管理サービス水準の設定
- (3) ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組みの提案
- (4) システム基本方針の選択結果
- (5) ITS 技術基準案
 - 設計標準案 ⇒ システムの構成および方針、実現方法の統一
 - 機器標準仕様案 ⇒ 装置コンポーネントの互換性の確保
 - メッセージ・データ標準案 ⇒ メッセージ・データの相互運用性
 - 通信システム計画案 ⇒ 通信ネットワークの接続性
- (6) 高速道路統合のための ITS パイロットプロジェクトの計画





Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 1.1 ITS 技術基準案のコンセプト

1.2 ITS 整備のロードマップの設定

VITRANSS2 の ITS マスタープランでは、3つの優先すべき ITS 利用者サービスを対象に、ITS の整備が段階的に進められるべきであることを考慮して、3つのステージから成るロードマップが示されている。

	1 st Stage 2015	2 nd Stage 2020	3 rd Stage 2030
Traffic Information /Control	<ul style="list-style-type: none"> Incident information by monitoring Traffic congestion information focusing on bottle-neck spots Weather information Traffic control assistance responding to incidents Center-to-center data exchange for non-stop toll collection 	<ul style="list-style-type: none"> Traffic congestion information continuously along the express-ways Travel time information Traffic control assistance 	<ul style="list-style-type: none"> Automated incident identification continuously along the express-ways
Non-stop Toll Collection	<ul style="list-style-type: none"> Non-stop toll collection at toll island Center-to-center data exchange for non-stop toll collection 		<ul style="list-style-type: none"> Non-stop toll collection on free-flow at ETC exclusive interchange Parking fee collection Integrated fee collection for park&bus-ride Center-to-center data exchange for park&bus-ride fee collection Cooperation with road pricing in urban areas
Heavy Truck Control	<ul style="list-style-type: none"> Overloading regulation by automatic vehicle weighing Center-to-center data exchange for overloading regulation 	<ul style="list-style-type: none"> Heavy/hazardous-material truck tracking Center-to-center data exchange for truck tracking 	

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 1.2 優先すべき ITS 利用者サービスのロードマップ

本調査では、この ITS 整備のロードマップを継承し、そのうちの第 1 ステージに導入開始すべき ITS 利用者サービスの内容に着目して、ITS 技術基準案を策定した。

1.3 高速道路運用管理サービス水準の設定

本調査での検討のため、高速道路運用管理の必要条件となる幾つかの事項をミニマルサービスとして設定した。

- (1) 移動性：道路ネットワーク上の位置や交通量に対応した交通情報の提供および道路管制による平均旅行速度 60km/hr 以上の円滑な交通の確保
- (2) 安全性：事故発生から 1 時間以内での道路管理車両の事故現場への派遣
- (3) アクセス性：道路料金所での交通量に対応した ノンストップ・ワンストップ 道路料金収受による十分な処理容量の確保
- (4) 道路構造の維持：大型貨物車両の 過積載取締り によるダメージ抑制

1.4 ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組み

本調査では、ITS を利用した高速道路の運用に必要な枠組みとして以下の検討を行い、これらの枠組みの構築に向けた主な課題を整理した。

- 高速道路運用管理の枠組み
- 高速道路運用水準のコントロール
- 道路交通管制の枠組み
- 事故通報の手順
- 道路・交通監視の手順
- 交通イベントデータ管理の手順
- 道路交通情報提供の枠組み
- 高速道路網の料金体系
- 道路料金管理の枠組み
- 道路料金決済の枠組み
- IC カード運用の枠組み
- OBU 管理の枠組み
- 道路料金エンフォースメントの枠組み
- 過積載取締りの枠組み
- 通信ネットワーク管理の枠組み
- 無線周波数割当て

1) 必要な枠組みについての検討例

例えば、本調査では、下記の枠組みを高速道路運用管理の全体の枠組みとして検討し、枠組み 2 を推奨した。

(1) 枠組み 1: 全ての道路運用管理を道路管理者(元請)が実施する場合

本枠組みでは、道路管理者(元請)は、熟練したマンパワーを独自に揃えて、多岐に渡る高速道路運用管理の全てを実施しなければならない。全ての運用管理コストを高速道路料金収入によって賄う必要がある。

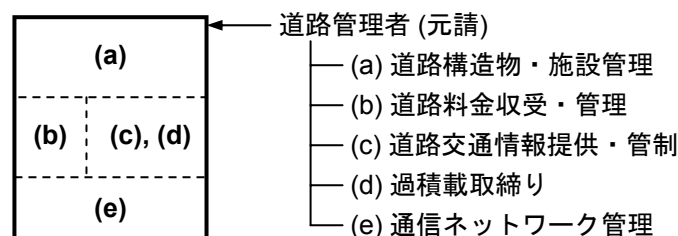


図 1.3 枠組み 1 における役割分担

(2) 枠組み 2: 道路管理者、道路管理下請業者、通信サービス会社による運用管理の分担

この枠組みでは、道路管理者(元請)は高速道路および関連施設の維持管理と、それを賄う高速道路料金の収受に集中することができる。通信ネットワークの運用管

理が通信サービス会社に委託されるため、道路管理下請業者は道路の運用管理に集中することができる。この枠組みでは、高速道路料金収入に加えて、通信サービスによる収入を運用管理コストに充てることができる。

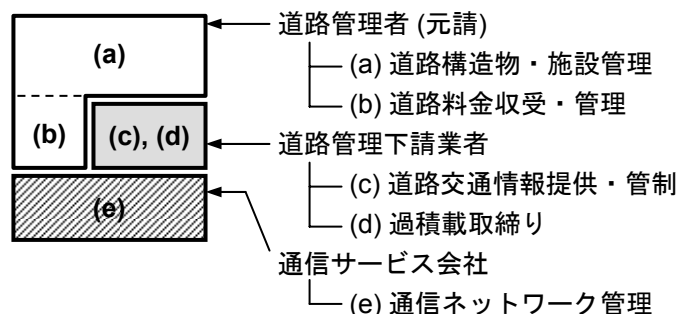


図 1.4 枠組み 2 における役割分担

2) ITS に必要な枠組みの構築の主な課題

本調査では、ITS を利用した高速道路の運用管理に必要な枠組みが構築され、以下の課題が事前に解決されているものとして ITS 技術基準案を策定した。

表 1.1 ITS に必要な枠組み構築の主な課題

主な課題	所管省庁
(1) 交通情報提供・管制を統括的に行う一つの組織の決定(下請け会社の立上げを含めて)	交通運輸省
(2) 道路管理事務所に対応した管轄区域を有する形での高速道路のための交通警察の仕組みの立上げ	公安省(道路・鉄道警察局)
(3) 高速道路料金計算のための車種区分の決定	財務省、交通運輸省(資金調達局、道路管理総局)
(4) 道路管理者(元請)ごとに道路料金の決済を行うことの決定	交通運輸省、ベトナム国立銀行
(5) 高速道路料金收受のための IC カードを発行する銀行の決定(2行以上の場合にはクリアリングセンターの設立が必要)	ベトナム国立銀行
(6) 道路管理者からの道路料金請求額と交通量の照査を行う一つの組織の決定(高速道路料金の決済を公正で信頼性の高いものにするため)	財務省、交通運輸省
(7) OBU の登録管理を担当する一つの組織の決定(新規立上げを含めて)	交通運輸省(ベトナム登録局)
(8) 道路料金支払いにおける操作ミス・機器故障の抑制のための課徴金制度、不正通行の抑制のための罰金制度の確立	財務省、交通運輸省(資金調達局)
(9) 過積載取締りにおける組織間(道路管理者と交通運輸省交通インスペクタ)の役割分担の決定	交通運輸省
(10) 通信ネットワークの管理を統括的に行う一つの組織の決定(通信サービス会社の立上げを含めて)	交通運輸省、情報通信省
(11) ITS に使用する無線通信に必要・十分な周波数割当ての決定	情報通信省(無線周波数管理総局)、交通運輸省

Note, 交通運輸省: MOT (Ministry of Transport), 公安省: MOPS(Ministry of Public Security), 財務省: MOF (Ministry of Finance), 情報通信省: MIC (Ministry of Information & Communication)

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

1.5 システム基本方針の選択結果

本調査では、ITS のシステム構築の前提となる基本方針の選択についての検討を、ベトナムの高速道路建設に関係する個別の団体や企業の意図にとらわれない、客観的かつ中立な視点に立って行った。本調査での検討は、現在実施中の高速道路建設プロジェクトで検討中の方針や候補を取り入れる形で行い、以下に示す結果を得た。

(1) CCTV カメラの配置

⇒高速道路上に連続して 2km 間隔

(2) 車両検知器の配置

⇒道路区間の交通量に応じて IC 中間点、渋滞多発箇所、2km 間隔で連続のいずれか

(3) 非接触 IC カードタイプ

⇒TYPE-A と Felica が実証比較により最終選定されるべき候補

(4) プリペイ残高の確認

⇒Prepaid-balance-in-card

(5) 料金所車線の配置

⇒ETC と Touch&Go/Manual との連携利用

(6) ETC 路車間通信方式

⇒Active-DSRC と Passive-DSRC が実証比較により最終選定されるべき候補、RF-Tag は引き続き要継続調査

(7) 軸重計測装置の配置

⇒出口料金所直前

(8) 路側装置制御の統合化

⇒NVR 導入とサプライヤ技術情報開示の義務付けの併用

(9) 伝送方式

⇒IP over SDH と IP over G-Ethernet の組合せ

これらの選択結果を最終決定し、ITS 技術基準案に基づいたシステム整備の第一段階として、パイロットプロジェクトの中で検証する必要がある。

1.6 ITS 技術基準案

本調査では、ITS 技術基準案の成果として、以下の文書を作成した。

- 設計標準案 (優先 ITS 利用者サービスに対応して分冊)
- 機器標準仕様案 (機能パッケージに対応して分冊)
- メッセージ・データ標準案
- 通信システム計画案

ITS 技術基準案は以下の 26 分冊から成る。

表 1.2 ITS 技術基準案の文書構成

設計標準案 (3分冊)	① 道路交通情報提供・管制 ② 自動道路料金収受	③ 大型貨物車両管理
機器標準仕様案 (21 分冊)	① 電話交換 ② CCTV 監視 ③ 事象検知 (画像認識) ④ 車両検知 ⑤ 交通解析 ⑥ 気象観測 ⑦ 交通イベントデータ管理 ⑧ 交通監視 ⑨ 可変情報板表示 ⑩ 移動無線通信 ⑪ 交通情報提供	⑫ 車線監視 ⑬ 車両識別 ⑭ 車線制御 ⑮ 路車間通信 ⑯ IC カード記録 ⑰ 道路料金管理 ⑱ OBU 管理 ⑲ 軸重計測 ⑳ 過積載管理 ㉑ センター・路側通信 (管路を含む)
メッセージ・データ標準案 (1 分冊)	メッセージリスト	データ辞書
通信システム計画案 (1 分冊)	通信システム全体計画	通信システム設計標準案

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

1.7 高速道路統合のための ITS パイロットプロジェクトの計画

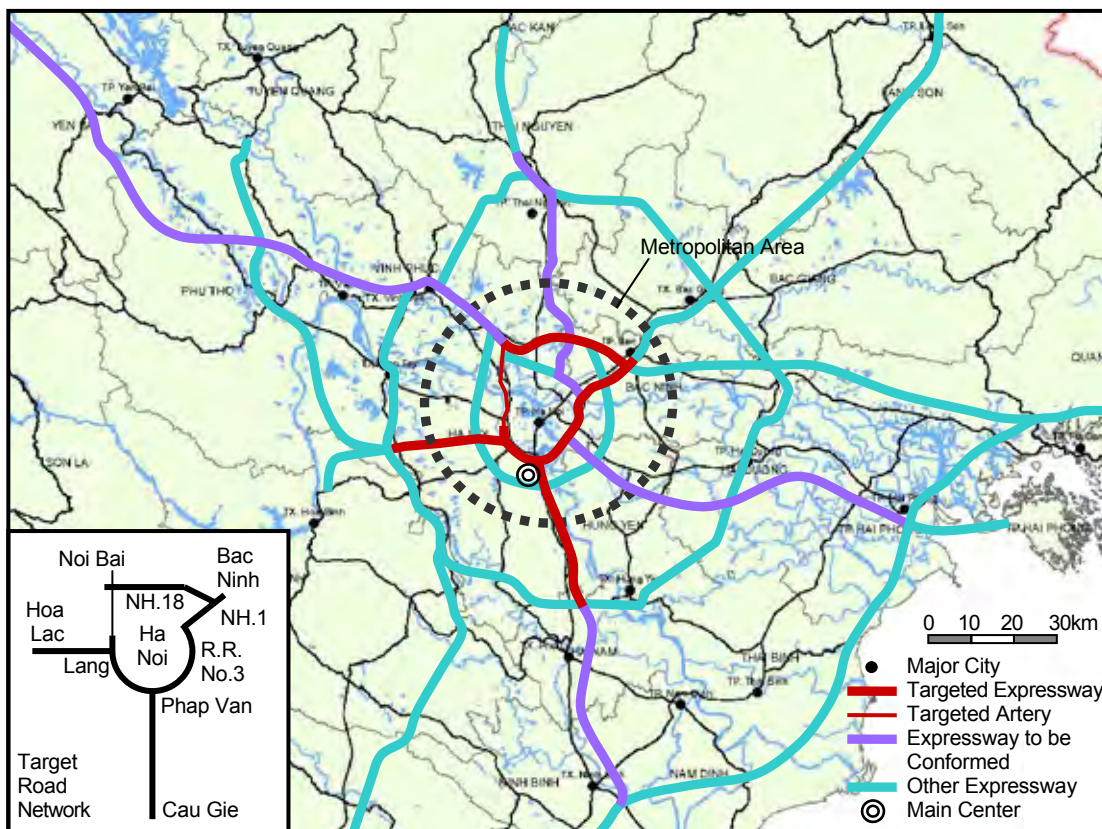
ITS 技術基準案のオーソライズに向けて、複数の高速道路区間を含む道路網全体で ITS 整備水準を統一、システムを統合するための手順を検証・確立、ITS を利用した高速道路 O&M を始動し、大都市周辺の交通問題の解決への ITS 活用の道筋を示すことを目的とする。

パイロットプロジェクトの対象範囲は以下の通り。

- (1) 区間ごとに整備された ITS を統合し、ITS の整備水準を統一する手順の検証・確立
 - 道路交通情報提供・管制システム
 - 自動道路料金収受システム
 - 大型貨物車両管理システム
 - 通信ネットワーク

(2) ITS 技術基準案において高速道路運用のために選択されたシステム基本方針の実用性の検証

パイロットプロジェクトの実施に際しては、6章で検討した ITS を利用した高速道路運用管理の枠組みの構築が不可欠であることや、南部地域の高速道路網の体系化はまだ不明確であることを考慮する必要がある。したがって、本調査では、北部地域でのパイロットプロジェクトを優先的に実施すべきであることを結論とした。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 1.5 北部地域のパイロットプロジェクトの対象道路網

2. 業務概要

2.1 調査の背景

ベトナムでは、急速な経済の発展を支えるため全国規模の高速道路の整備が進められており、日本の ODA だけでなく、多くの国々の ODA、ADB や WB のローン、BOT など多様な資金調達手法が適用されている。ベトナムの高速道路整備においては、いずれの整備区間にも ITS の導入が含まれている。

ところが、ベトナムでは、道路料金の収受・管理、道路交通情報の提供・管制、通信ネットワークの整備・運用を含む ITS に対して、統一された技術基準がつかられていないため、整備区間ごとに設計思想が異なり互換性のないシステムの提案がなされている。このまま高速道路の建設が進めば、隣接する整備区間でシステムの不整合や連携欠如が多発し、コストの無駄、円滑な道路交通の阻害、利便性の低下が大きな問題になると危惧されている。

平成 20 年度に始まった VITRANSS2 調査業務では、ベトナムでの ITS の効率的な整備と高速道路やその他都市間幹線道路の運用管理への適切な活用を推進するため、ITS マスタープランを策定した。その中で、ベトナムにおける ITS 整備の目標（ゴール）、提供されるべき ITS 利用者サービス、ITS 整備のロードマップ、ITS 標準化の要件、通信ネットワーク・センター配置案、ITS の運用フレームワーク案が提案されている。

このような状況の下、マスタープランに続くステップとして、ITS 技術基準の策定および実際の道路プロジェクトへの適用・定着が急務となっている。

2.2 調査の目的

本調査は、以下の 3 項目を目的として実施する。

- ① ITS 技術基準案の策定
- ② パイロットプロジェクト計画の立案
- ③ 調査活動を通じた技術移転の実施

これにより、ベトナムでの適切な既存 ITS 技術の活用と効率的な整備推進を可能にし、ITS マスタープラン案に示される ITS 整備の目標（ゴール）の実現に資する。

ITS マスタープランに示される ITS 整備の目標（ゴール）	<ul style="list-style-type: none"> ○ 道路輸送システムの効率化 ○ 道路交通の円滑性と定時性の向上 ○ 道路交通の安全性の向上 ○ 道路交通の利便性と快適性の向上 ○ エネルギー消費と環境負荷の低減 ○ 先進技術の導入による産業の活性化 ○ 都市内幹線道路への円滑なアクセスの確保
------------------------------------	---

2.3 調査の範囲

VITRANSS2 の ITS マスタープラン案で優先すべき ITS 利用者サービスと位置づけている以下の3つのうち、第1ステージ（2015年まで）に導入を開始すべきサービス内容、およびそれらの実現に必要な通信システムを、ITS 技術基準案の検討の対象範囲とする。

- ① 道路交通情報の提供・管制
- ② ノンストップ道路料金収受
- ③ 大型貨物車両の管理

さらに、ハノイ・ダナン・ホーチミンの3市周辺の高速道路網（アクセス路となる主要幹線道路を含む）を対象範囲として、技術基準案を実際の道路整備に適用するためのパイロットプロジェクト計画を立案する。

2.4 調査対象地域

ベトナム全国的高速道路網およびそのアクセスを担う主要幹線道路に導入される ITS を本調査の対象とする。ただし、早期に高速道路が整備される都市間部に重点を置く。

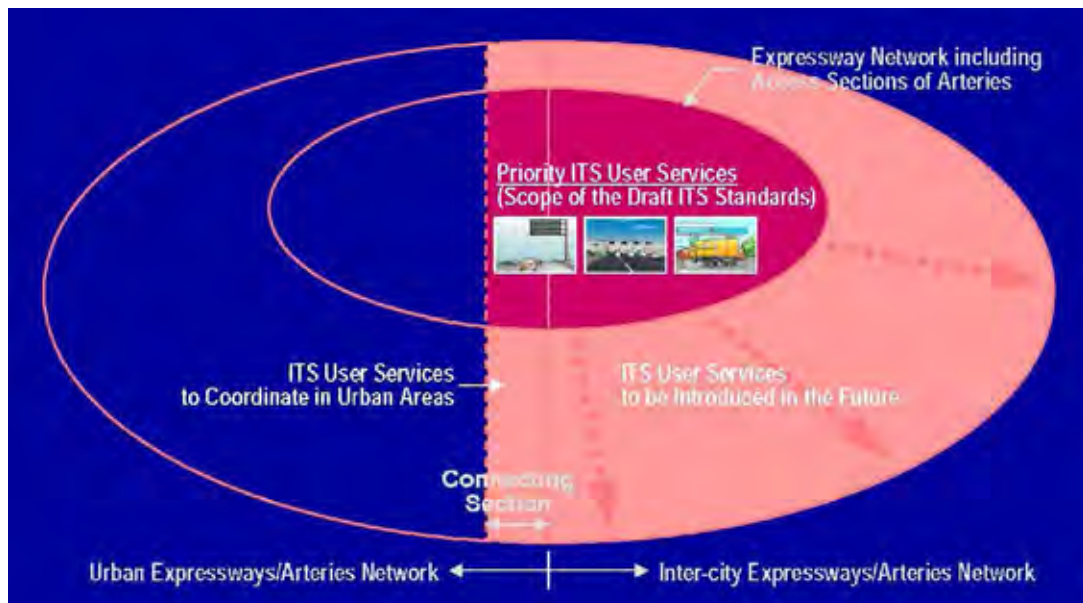


図 2.1 本調査業務の対象範囲および対象地域

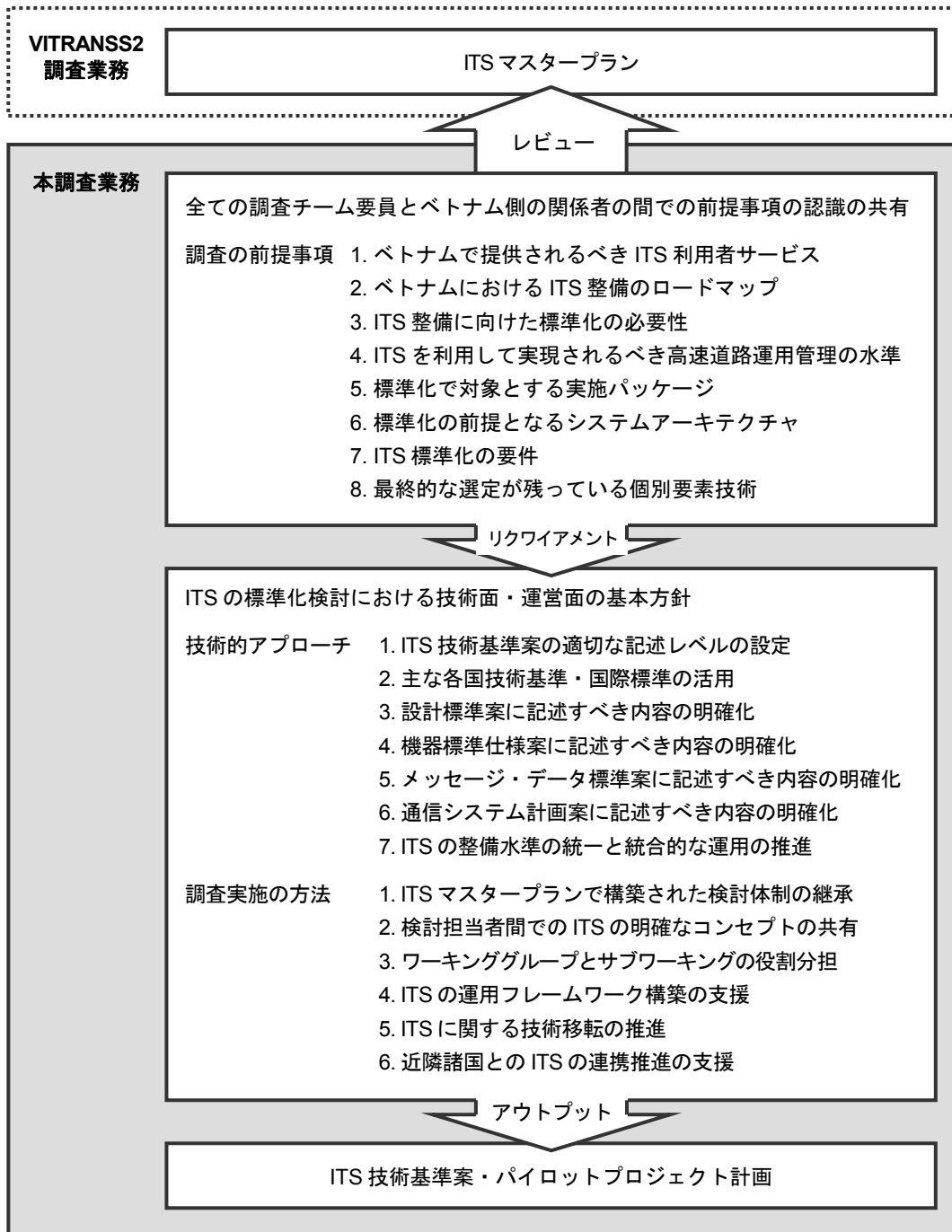


Source: VITRANSS2 Study Team

図 2.2 ベトナムの高速道路網計画

2.5 調査実施の枠組み

本調査では、まず VITRANSS2 調査の ITS マスタープランでの検討結果をレビューし、全ての調査チーム要員とベトナム側の関係者の間で本調査の前提事項についての認識を共有する。共有した共通認識、および以下に示す技術面・運営面の基本方針に基づいて、ITS 技術基準案を検討・策定し、パイロットプロジェクト計画を立案する。



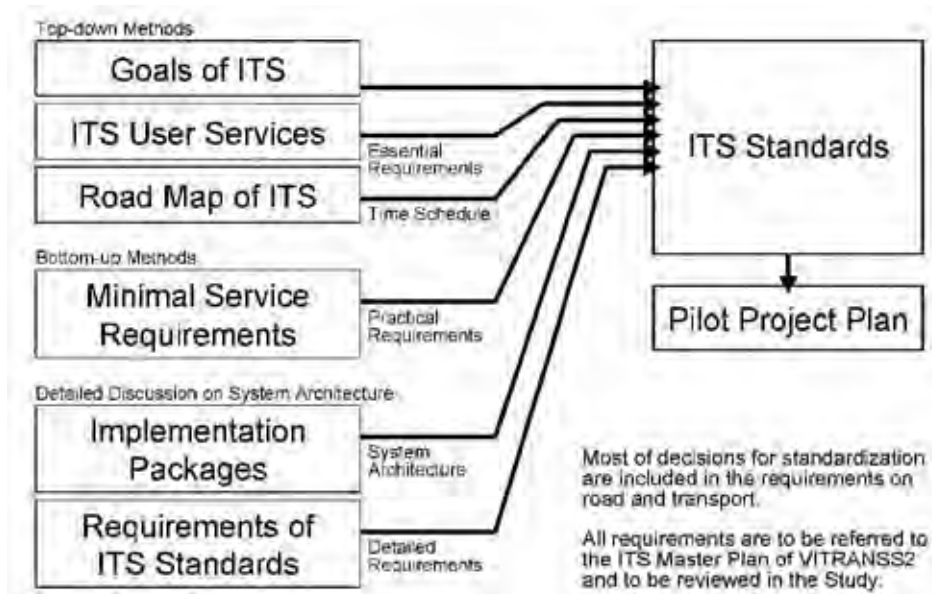
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 2.3 調査実施のフレーム

3. 調査の前提事項

本調査業務では、VITRANSS2 調査で策定した ITS マスタープランに示される以下の事項を前提条件として、ITS 技術基準案の検討を行った。

- ITS のゴール
- ITS 利用者サービス
- ITS 整備のロードマップ
- 高速道路運用管理の水準
- 実施パッケージ
- ITS 標準化の要件



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 3.1 調査の前提条件

3.1 ITS のゴール

VITRANSS2 調査での ITS マスタープランに先立ち、ベトナムの高速道路における ITS 整備の目標 (ゴール) として、以下の 7 項目 が示された。

- 道路輸送システムの効率化
- 道路交通の円滑性と定時性の向上
- 道路交通の安全性の向上
- 道路交通の利便性と快適性の向上
- エネルギー消費と環境負荷の低減
- 先進技術の導入による産業の活性化
- 都市内幹線道路への円滑なアクセスの確保

3.2 ITS 利用者サービス

VITRANSS2 調査の ITS マスタープランで、以下の ITS 利用者サービスが示さ

れた。

- | | | |
|------------------|---|-----------------------|
| ○ 道路交通情報の提供・管制 | } | 優先すべきITS利用者サービス |
| ○ ノンストップ道路料金収受 | | |
| ○ 大型貨物車両の管理 | } | 今後導入すべきITS利用者サービス |
| ○ 都市間バス利用の支援 | | |
| ○ 利便性の高い駐車場利用の支援 | | |
| ○ ロードプライシング | | |
| | | - 都市部で連携すべきITS利用者サービス |

本調査では、3つの優先すべきITS利用者サービスを対象にITS技術基準案を策定する。

(1) 道路交通情報の提供・管制

本サービスは、高速道路およびそのアクセスを担う主要幹線道路の交通状況を精度良く把握することを可能にする。交通事故、故障車、落下物などの把握を可能にすることにより、事故発生時の道路管理者の速やかな対応を支援する。走行中あるいは出発前のドライバーに的確な交通情報を提供することにより、事故の影響を避けるための迂回を支援する。また、走行中のドライバーに渋滞情報や旅行時間情報を提供することにより、適切なインターチェンジや経路の選択を支援する。さらに、実際の交通量の継続的な計測を可能にすることにより、適切な道路網整備・改良計画の立案を支援する。



Source: Southern Vietnam Expressway FS by JETRO

図 3.2 道路交通情報の提供・管制

(2) ノンストップ道路料金収受

本サービスは、ノンストップによる道路料金収受を可能にする。料金所でのボトルネックを解消し、インターチェンジでの車両の円滑な流入・流出を実現する。料金所に必要なブース数を削減し、近い将来に交通渋滞の解消が重要課題になると予想される都市周辺での料金所用地問題の解決を容易にする。国境検問での車両チェックの簡素化や、道路管理者や運行管理者による車両の料金所通過時刻の把握を可能にする。道路料金収受の自動化により、係員のミスによる未収金の飛躍的な削減や、複数の異なる道路管理者間の道路料金収入の的確な分配を可能にする。



Source: Southern Vietnam Expressway FS by JETRO

図 3.3 ノンストップ道路料金収受

(3) 大型貨物車両の管理

本サービスは、インターチェンジで車重計測を自動で行うことにより、大型貨物車両の過積載を抑制する。これにより、道路構造物が受けるダメージを低減し、耐用年数拡大を図る。過積載の大型貨物車両に起因する交通渋滞や重大事故を削減する。高速道路での大型貨物車両のリアルタイムな走行状況の把握により、事故発生時の道路管理者の速やかな対応と、適切な運行管理を支援する。



Source: Southern Vietnam Expressway FS by JETRO

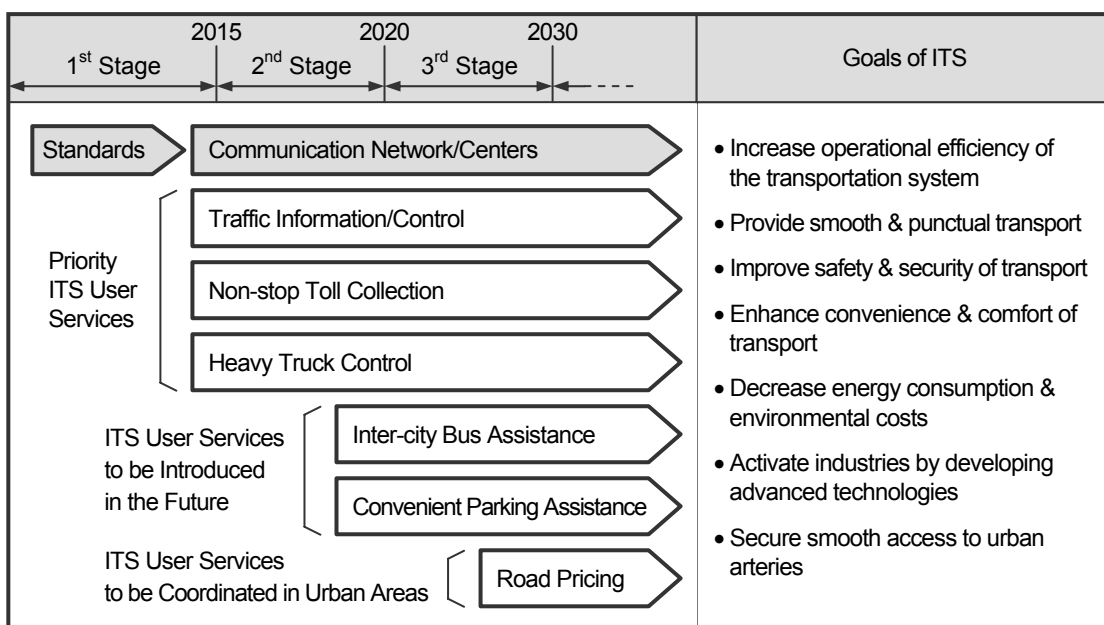
図 3.4 大型貨物車両の管理

3.3 ITS 整備のロードマップ

VITRANSS2 の ITS マスタープランでは、道路整備の進捗、道路交通の量的・質的变化、利用者ニーズの変化に合わせて、段階的に ITS の整備を進めるべきであることを考慮して、下図に示す 3 つのステージから成るロードマップを提案している。

本調査では、この ITS 整備のロードマップを継承し、そのうち第 1 ステージに導入を開始すべき ITS 利用者サービスの内容に着目して、ITS 技術基準案を策定する。

- 第 1 ステージ：～2015 年
- 第 2 ステージ：2015 年～2020 年
- 第 3 ステージ：2020 年～2030 年



Source: VITRANSS2 Study Team

図 3.5 ベトナムの都市間高速道路・幹線道路網における ITS のロードマップ

各ステージの主要な目標は下表のように整理できる。表中の各項目は、ITS 利用者サービスに対応している。

表 3.1 第 1 ステージの ITS の主要目標

Main Objectives by 2015 : Priority ITS User Services in the 1 st Stage			
Increase Operational Efficiency of Transportation System	Attainment of traffic information/control based on incident/congestion/weather-condition monitoring at specific spots, non-stop toll collection and over-loading regulation. 1. Incident information focusing on bottle-neck spots 2. Traffic congestion information related to incidents 3. Weather information 4. Traffic control assistance responding to incidents 5. Center-to-center data exchange for traffic information and control 6. Non-stop toll collection at toll island 7. Center-to-center data exchange for non-stop toll collection 8. Overloading regulation by automatic vehicle weighing 9. Center-to-center data exchange for overloading regulation		
Provide Smooth & Punctual Transport	1, 2, 3, 4, 6, 8	Lower Energy Consumption & Environmental Costs	2, 4, 6, 8
Improve Safety & Security of Transport	1, 3, 4, 8	Activate Industries by Developing Advanced Tech	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Enhance Convenience & Comfort of Transport	1, 2, 3, 4, 6	Secure Smooth Access to Urban Area	—

Source: VITRANSS2 Study Team

表 3.2 第 2 ステージの ITS の主要目標

Main Objectives by 2020			
Increase Operational Efficiency of Transportation System	Attainment of traffic information/control based on day-to-day-congestion/travel-time monitoring, specific long-haul truck/bus tracking and crowdedness information for parking at rest areas. 1. Traffic congestion information 2. Travel time information 3. Traffic control assistance 4. Heavy/hazardous-material truck tracking 5. Center-to-center data exchange for truck tracking 6. Bus tracking information provision 7. Center-to-center data exchange for bus tracking 8. Parking information provision 9. Center-to-center data exchange for convenient parking assistance.		
Provide Smooth & Punctual Transport	1, 2, 3, 4, 6, 8	Lower Energy Consumption & Environmental Costs	1, 3, 8
Improve Safety & Security of Transport	3, 4	Activate Industries by Developing Advanced Tech	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Enhance Convenience & Comfort of Transport	1, 2, 3, 6, 8	Secure Smooth Access to Urban Area	6

Source: VITRANSS2 Study Team

表 3.3 第 3 ステージの ITS の主要目標

Main Objectives by 2030			
Increase Operational Efficiency of Transportation System	Attainment of traffic information/control based on incident monitoring on continuous road section, ETC exclusive interchanges, parking fee collection at the rest area with amusement establishments, park&bus-ride and coordination with ERP in urban areas. 1. Incident information by monitoring continuously along the roads 2. Non-stop toll collection on free-flow at ETC exclusive interchange 3. Automated border crossing 4. Parking fee collection for the highway oasis 5. Integrated fee collection for park&bus-ride 6. Center-to-center data exchange for park&bus-ride fee collection 7. Cooperation with road pricing in urban areas.		
Provide Smooth & Punctual Transport	1, 2, 3, 4, 5, 7	Lower Energy Consumption & Environmental Costs	2, 4, 5, 7
Improve Safety & Security of Transport	1	Activate Industries by Developing Advanced Tech.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Enhance Convenience & Comfort of Transport	1, 2, 3, 4, 5, 6	Secure Smooth Access to Urban Area	5, 7

Source: VITRANSS2 Study Team

道路交通情報の提供・管制

以下のスケジュールにしたがって道路交通情報の提供・管制のためのセンターおよび路側装置の整備を進めることが推奨される。




	1 st Stage	2015	2 nd Stage	2020	3 rd Stage	2030
Services to be Provided	<ul style="list-style-type: none"> Incident information by monitoring Traffic congestion information focusing on bottle-neck spots Weather information Traffic control assistance responding to incidents Center-to-center data exchange for non-stop toll collection 		<ul style="list-style-type: none"> Traffic congestion information continuously along the expressways Travel time information Traffic control assistance 		<ul style="list-style-type: none"> Automated incident identification continuously along the expressways 	
Equipment to be Installed	<ul style="list-style-type: none"> Center equipment CCTV camera Event detector Vehicle detector Weather sensor VMS 		<ul style="list-style-type: none"> Center equipment On-board sensor 		<ul style="list-style-type: none"> SGM 	

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team
Southern Vietnam Expressway FS by JETRO

図 3.6 道路交通情報の提供・管制

ノンストップ道路料金収受

以下のスケジュールにしたがってノンストップ道路料金収受のためのセンターおよび路側装置の整備を進めることが推奨される。



	1 st Stage	2015	2 nd Stage	2020	3 rd Stage	2030
Services to be Provided	<ul style="list-style-type: none"> Non-stop toll collection at toll island Center-to-center data exchange for non-stop toll collection 				<ul style="list-style-type: none"> Non-stop toll collection on free-flow at ETC exclusive interchange Parking fee collection Integrated fee collection for park&bus-ride Center-to-center data exchange for park&bus-ride fee collection Cooperation with road pricing in urban areas 	
Equipment to be Installed	<ul style="list-style-type: none"> Center equipment ETC Touch&Go Licence plate scanner Lane control OBU IC-card IC-card recharge terminal 				  	

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team
Southern Vietnam Expressway FS by JETRO

図 3.7 ノンストップ道路料金収受

大型貨物車両管理

以下のスケジュールにしたがって大型貨物車両管理のためのセンターおよび路側装置の整備を進めることが推奨される。

	1 st Stage	2015	2 nd Stage	2020	3 rd Stage	2030
Services to be Provided	<ul style="list-style-type: none"> Overloading regulation by automatic vehicle weighing Center-to-center data exchange for overloading regulation 		<ul style="list-style-type: none"> Heavy/hazardous-material truck tracking Center-to-center data exchange for truck tracking 			
Equipment to be Installed	<ul style="list-style-type: none"> Center equipment Axle load scale Licence plate scanner 		<ul style="list-style-type: none"> Center equipment DSRC-antenna On-board sensor 		 	

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team
Southern Vietnam Expressway FS by JETRO

図 3.8 大型貨物車両管理

3.4 高速道路運用管理のサービス水準

ITS を用いた高速道路の運用管理で確保されるべきサービス水準は、ミニマルサービスとして整理することができる。

- 道路構造の維持
- アクセシビリティ
- モビリティ
- 安全性および事故への対応
- 環境保全

本調査での検討のため、ITS マスタープランを参照することにより、高速道路運用管理の必要条件となる以下の事項をミニマルサービスとして設定する。

表 3.4 ITS マスタープランに示されるミニマルサービス

道路構造の維持	<ul style="list-style-type: none"> ・道路構造物保護のための、寸法制限を超える車両の通行の排除 ・道路構造維持のための、過積載車両の規制
アクセシビリティ	<ul style="list-style-type: none"> ・ノンストップとワンストップによる道路料金所での十分な処理容量の確保 ・ノンストップによる料金徴収の平均サービスタイムが1台あたり 4.5 秒以下であること ・ワンストップによる料金徴収の平均サービスタイムが1台あたり 9.0 秒以下であること ・車両クラスを考慮したプリペイドの残額が十分ある状況で、公正かつ信頼性の高い料金徴収が実施され。その頻度が 0.0001% 以下であること
モビリティ	<ul style="list-style-type: none"> ・交通監視システムおよび事故対応・交通規制発出解除・道路機能復旧のための道路管理車両を配備した道路管理事務所の設置 ・道路管理車両を使った1日4回以上の定期パトロールによる円滑な交通の確保 ・道路ネットワーク上の位置や交通量に対応した交通情報の提供および道路管制による円滑な交通の確保 ・最高速度: 120 km/hr ・最低速度: 50 km/hr (最高速度-70 以上、確保できない場合は流入交通を制限) ・平均旅行速度: 60km/hr 以上 ・交通監視および情報提供サービス: 5分毎の更新
安全性および事故への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・道路管理車両の道路管理事務所から事故現場への到着: 事故発生から1時間以内 ・道路管理事務所への事故発生通知: 事故発生から 10 分以内(山岳地域を含む) ・事故発生情報の提供: 事故発生から1時間以内
環境保全	<ul style="list-style-type: none"> ・ノンストップ料金収受サービスの促進 ・交通情報・交通管制によるスムーズな交通の流れの確保

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

ミニマルサービスからも明らかなように、高速道路管理者は、つぎの表に示す高速道路の運用および維持管理に関するサービスの提供が求められる。高速道路運用

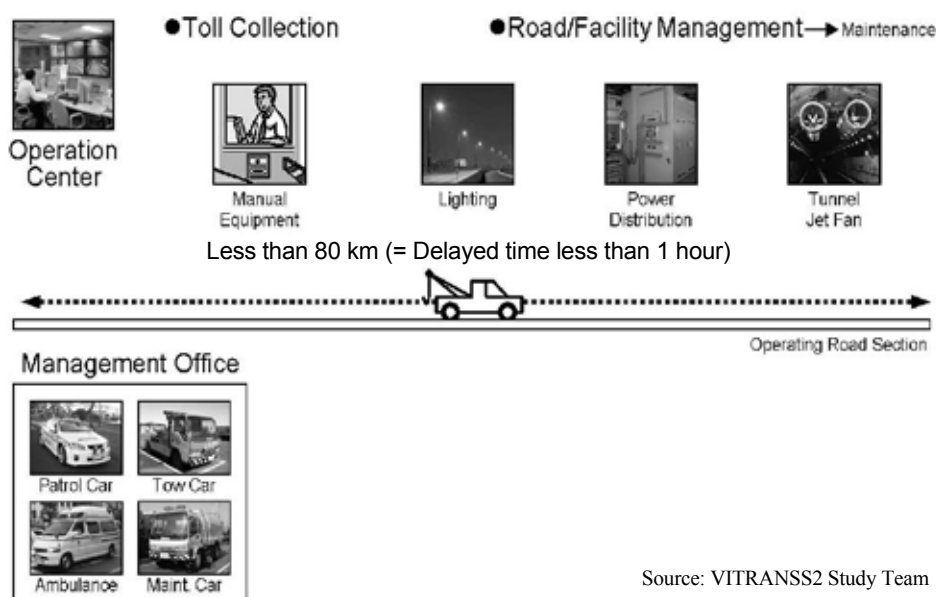
は、道路施設管理、道路料金徴収、交通情報提供・交通管制、および通信システム管理に整理され、これらが ITS によって支援される。

表 3.5 高速道路運用/維持管理サービス

運用	維持管理
(1) 道路施設管理 高速道路の安全・快適な利用のための清掃、緑地帯管理、災害復旧、電力および水の供給、構造物や施設の点検	道路構造物や施設の機能・性能の定常状態への復旧のための維持管理。管理対象は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> ・舗装 ・橋梁 ・トンネル ・半地下構造物 ・建築構造物 ・機械設備 ・電気設備
(2) 道路料金徴収 高速道路利用者からの料金徴収およびその管理	
(3) 交通情報提供・交通管制 安全・快適な運転とスムーズな交通の流れを確保するための定期パトロール、違反車両に対する取り締まり、交通監視	
(4) 通信システム管理 光ファイバケーブルネットワークを基幹とする通信システムの運用管理	

Source: VITRANSS2 Study Team

高速道路の運用に関しては、一つの組織が道路建設と運用・維持管理の双方に責任を持つケースもあるが、これらのいくつかの部分に契約により他の組織に委託されることもある。道路管理機能は、以下に示すように、多くの種類の施設や車両によって実現される。



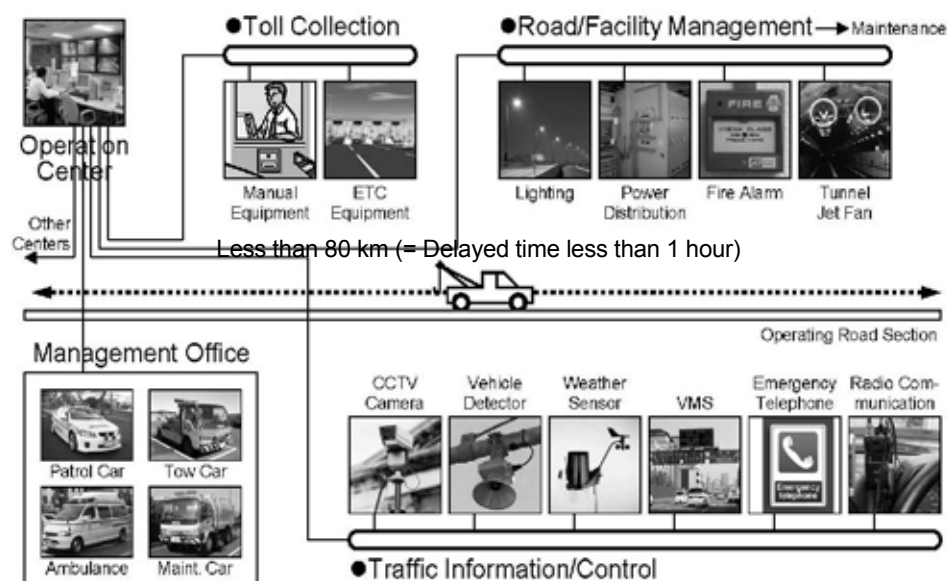
Source: VITRANSS2 Study Team

図 3.9 基本的な高速道路運用の説明

管理車両を事故現場に到着するまでの時間は、ミニマルサービス要件に示したとおり、事故発生から 1 時間未満と設定される。この管理車両の事故現場への到着時間から、事故発生後 10 分以内に道路管理者に通報があり、道路上を時速 50km 以上で走行できる場合、道路管理事務所の最大設置間隔は 80km 間隔となる。

$$\text{道路管理事務所の最大設置間隔} = 80 \text{ km} < ((60-10) \times 50 / 60) \times 2$$

さらに、ITS に基づく高度な道路管理は、下図に示すように、通信ネットワーク上のデータ伝送により実現される。これにより、道路管理者は、適切な状況判断と迅速な対応が可能となる。



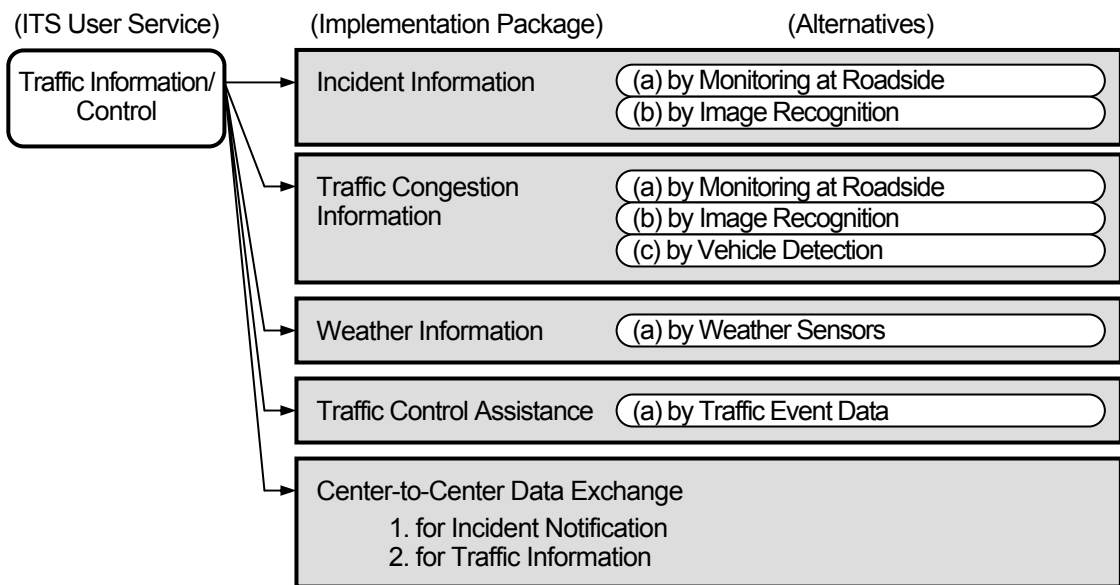
Source: VITRANSS2 Study Team

図 3.10 ITS を用いた高度な高速道路運用

3.5 ITS 実施パッケージ

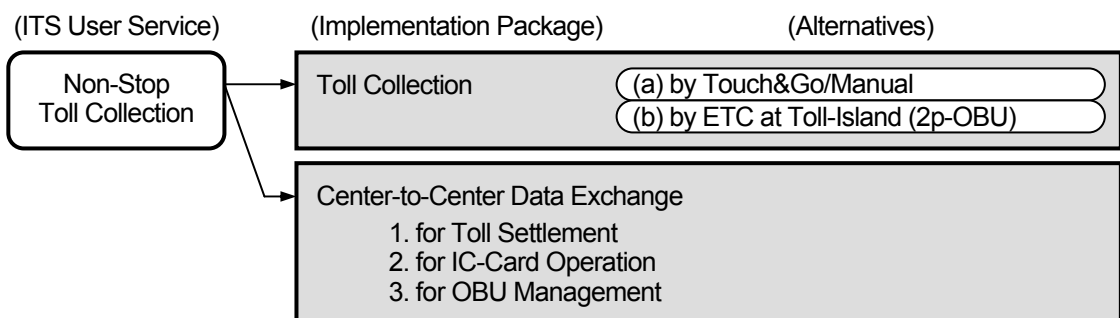
ITS マスタープラン案では、ITS の段階的な整備や地域ごとに異なるニーズへの対応を可能にするため、実施パッケージのコンセプトを提案し、前述の各 ITS 利用者サービスに対して、それらの実現に必要な多数の実施パッケージを定義している。

3つの優先すべき ITS 利用者サービスは、下図に示す複数の実施パッケージによって構成され、さらに各実施パッケージに対して複数の選択可能な実現方法が想定されている。本調査での検討は、これらのマスタープランの検討結果を踏まえて実施する。



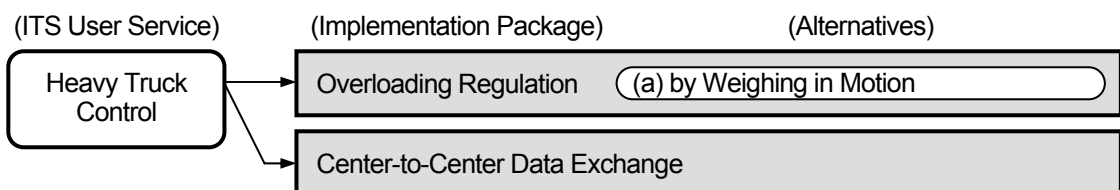
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 3.11 道路交通情報の提供・管制を構成する実施パッケージ



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 3.12 ノンストップ道路料金収受を構成する実施パッケージ

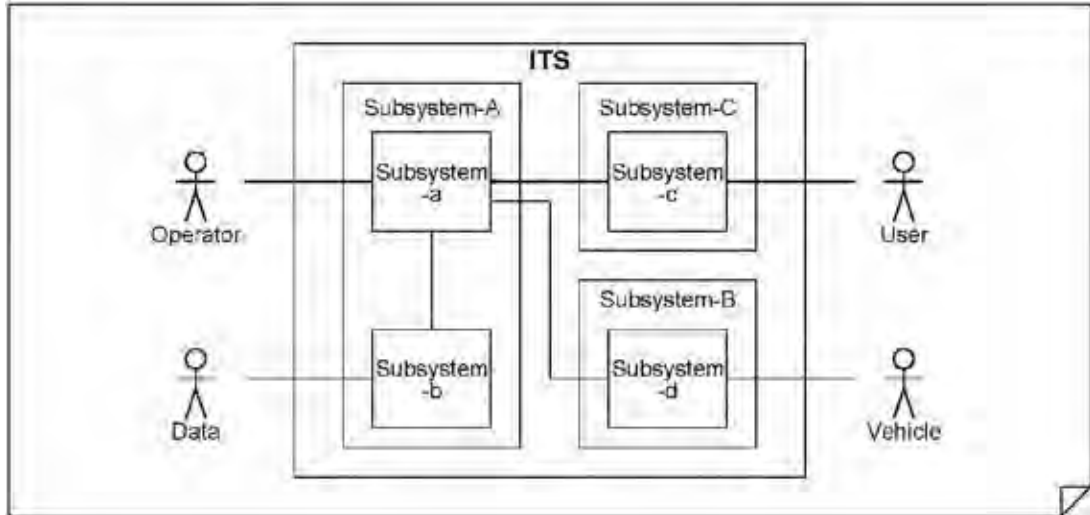


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 3.13 大型貨物車両の管理を構成する実施パッケージ

コラボレーション図 (システムアーキテクチャ)

システムについての最も基本的な認識を共有するため、実施パッケージの実現に必要な複数のサブシステムとそれらの間のインターフェース構成を示した図。

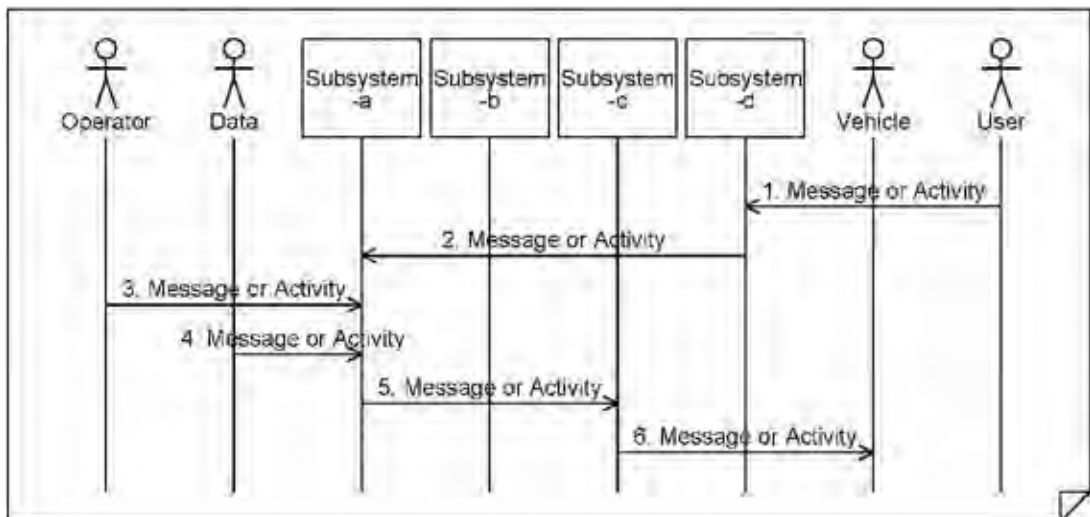


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 3.14 コラボレーション図

メッセージシーケンス図

ITS 全体としてのデータの相互運用性の検討を可能にするため、実施パッケージの実現に必要なサブシステム間のメッセージのやり取り手順とデータ内容を示した図。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 3.15 メッセージシーケンス図

機能パッケージ

ある一つの機能を実現する上で協働性の強いサブシステムをグループ化したもの。設計標準案の各論および機器標準仕様案の分冊はこれに対応して設定される。

3.6 ITS 標準化の要件 (ITS マスタープランより)

VITRANSS2 の ITS マスタープランには、3 つの優先すべき ITS 利用者サービスと通信システムに関して、ITS のロードマップの第 1 ステージと第 2 ステージで整備されるべきサービス内容に対する標準化の要件が示されている。

本調査では、このうちの第 1 ステージに導入を開始すべきサービス内容とその実現に必要な通信システムに対する標準化の要件を前提として、ITS 技術基準案を策定する。

表 3.6 道路交通情報の提供・管制に関する標準化の要件

推奨される 実現方法	<ul style="list-style-type: none"> 画像認識を基本とし、路側からの監視と非常電話を併用した事故情報の提供。 車両検知を基本とし、画像認識を併用した渋滞情報の提供。 気象センサーを基本とした気象情報の提供。
機器の性能と配置	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理事務所：高速道路上に 80km 以内の間隔で配置。 CCTV カメラ：3 車線をカバーする画角、150m 先から車両を識別できる解像度と赤色尾灯を感知できる感度、インターネットプロトコルによる通信インターフェース。分岐部、合流部、トンネル区間などの事故の発生し易い箇所に配置。 非常電話：トンネル区間を含む地方・山岳部に 1km 間隔で配置。 キロポスト：携帯電話による事故の通報を支援するための良好な視認性、良好なメンテナンス。都市部に配置。 ループ方式車両感知器：土工区間の入口、料金所、分岐部、合流部に配置。 超音波方式車両感知器：長大橋梁区間の入口、料金所、分岐部、合流部に配置。 気象センサー：雨量計、風速計、温度計をインターチェンジに配置。 可変情報板 (VMS)：LED により黒色板上にセグメント化した情報をアルファベット (18 文字×3 行) で表示。入口、料金所、分岐部手前に配置。 簡易図形情報板 (SGM)：分岐部手前に配置。LED により黒色板上に情報を簡易図形で表示、ジャンクション手前に配置。
必要なメッセージ ・データ定義	<ul style="list-style-type: none"> 事故、渋滞、気象状況の範囲および分類の定義。 交通イベント(交通事故、故障車、落下物、渋滞、降雨、強風、濃霧、交通規制等)の定義。 交通情報提供のためのメッセージ (交通イベントデータの組合せによる) の定義。 メッセージを構成するデータの定義。 交通情報提供のためのデータ更新間隔 15 分以下。

Source: VITRANSS2 Study Team

表 3.7 ノンストップ道路料金収受に関する標準化の要件

推奨される 実現方法	<ul style="list-style-type: none"> ETC (2 ピース車載器) を基本とし、タッチ&ゴーを併用した道路料金収受。 プリペイメントによる支払い、および都市間での距離比例料金制と大都市圏での均一料金制の併用が前提。
機器の性能と配置	<ul style="list-style-type: none"> 車線運用：都市部の大規模料金所の中央寄り 2 レーン以上を ETC 専用レーン、地方部の小規模料金所の 2 レーン以上をタッチ&ゴー/マニュアルとして運用。 車種判別：簡易な路側装置により車種を識別。 プリペイド非接触 IC カード：ETC とタッチ&ゴーに共通利用が可能。 プリペイ残高：車載器で確認が可能な IC カードによる残高管理。 道路料金管理：車種に対応したプリペイ残高充足確認のエラー率 0.01%以下。 路車間通信：アクティブ DSRC、パッシブ DSRC、DSRC+赤外線通信の 3 方式を最終的な選定の候補とする。
必要なメッセージ ・データ定義	<ul style="list-style-type: none"> 車種区分とそれに基づく料金体系の定義 (MOF でオーソライズ)。 道路料金管理、IC カードの運用、路車間通信のためのメッセージの定義。 メッセージを構成するデータの定義。

Source: VITRANSS2 Study Team

表 3.8 大型貨物車両の管理に関する標準化の要件

推奨される 実現方法	<ul style="list-style-type: none"> 軸重計測による走行中の車両の重量計測に基づく過積載取締り。 違反車両を記録したネガティブデータベースに基づく出口での罰金徴収。
機器の性能と配置	<ul style="list-style-type: none"> 軸重計：低速 (20km/hr 以下) で走行中の車両の軸重を良好な精度で計測可能。全ての出口料金所の手前に配置。
必要なメッセージ ・データ定義	<ul style="list-style-type: none"> 過積載の範囲と罰金区分の定義。 ネガティブデータベースの運用のためのメッセージの定義。 メッセージを構成するデータの定義。

Source: VITRANSS2 Study Team

表 3.9 通信システムに関する標準化の要件

機器の性能と配置	<ul style="list-style-type: none"> 都市間高速道路メインセンター：ハノイ、ダナン、ホーチミンの 3 市の近郊にメインセンターを設置し、都市間高速道路網を統括。 バックアップ用メインセンター：ハノイとホーチミンの近郊に設置し、第 2 ステージではこれを大都市圏メインセンターとする。 路側装置の制御機能：第 1 ステージには道路管理事務所に置き、第 2 ステージ以降により統合的な交通情報提供・管制を実現するためメインセンターに移行。 階層的な通信ネットワーク構造：メインセンターと道路管理事務所、ノード設置地点を結び統合する基幹ネットワーク (光ファイバリング) と、ノード設置地点から路側装置までのアクセスネットワークから成る。 基幹ネットワークの伝送方式：IP-over-SDH 方式、IP-over-DWDM 方式、およびこれらを組み合わせた方式の中から最適なものを選定。
----------	---

Source: VITRANSS2 Study Team

4. 技術的アプローチ

本調査業務では、複数のアジア諸国での技術基準策定や ISO/TC204 の ITS 国際標準検討の経験に基づき、以下の項目を技術面の基本方針として、ベトナムでの ITS 整備のための技術基準案を策定し、それを適用したパイロットプロジェクト計画を立案した。

- 適切な ITS 技術基準案記述レベルの設定
- 主な各国技術基準・国際標準の参照
- ITS 整備水準の一元化と統合の推進のためのパイロットプロジェクトの計画

1) 適切な ITS 技術基準案記述レベルの設定

ITS 技術基準案の記述内容は、ベトナムにおける利用ニーズを的確に反映し、効率的な ITS 整備を可能にするものでなくてはならない。しかし、将来普及する技術やベトナムの産業活性化に繋がる発展性ある技術を予測することは容易ではない。根拠の薄弱な予測に基づく内容を技術基準案に盛り込むことは混乱を招くため、避ける必要がある。

本調査では、以下の方針に基づいて ITS 技術基準案の記述を作成する。

- ITS 技術基準案の規定内容は、マスタープランに示される ITS の利用ニーズに整合する形で論理的に導き出し、その妥当性を明確に説明できるようにする。
- 3段階の ITS 技術基準案の記述レベルを設定する。
 - (A) 明確に確定した基準の提示：システムの使用目的、範囲、具備すべき機能、システム間のインターフェース等に対して示す。
 - (B) 項目名のみでの提示：インターフェースに関係しないシステム内部のデータ処理や個別の処理方法に対して、コンセプションで定めるべき項目名のみを示す。
 - (C) 候補技術名の提示：複数の要素技術の選択可能性があり、それらが競合状態にある幾つかの要素技術（非接触 IC カードや ETC 用路車間通信）に対して、パイロットプロジェクトでの比較試験による最終的な選定が必要であること示す。
- 個別の道路建設プロジェクトの中で技術基準案の考え方に適合しない技術の導入による問題が生じた場合にその原因が明確になる記述をするものとし、技術基準案の規定が緩やかであることが原因とされないようにする。
- 実際の道路建設プロジェクトでの導入結果を反映した詳細な記述の追加は、将来のベトナムの関係機関による対応とする。

2) 主な各国技術基準・国際標準の参照

ITS 技術基準案の策定においては、わが国からの技術移転を含めた適切な既存 ITS 技術の活用を図ることが重要である。

本調査では、各国の ITS 技術基準、および非接触 IC カードや ETC 路車間通信

などの個別要素技術の国際標準を参照すると同時に、ITS のシステムアーキテクチャやデータに関する国際標準に示される考え方に基づいて検討を進める。

3) ITS 整備水準の一元化と統合の推進のためのパイロットプロジェクトの計画

ITS 技術基準案の定着を促進するためには、策定した技術基準案を実際の道路整備に適用するためのパイロットプロジェクト計画を立案することが重要である。

本調査では、ハノイ、ダナン、ホーチミンの3都市周辺で設計や建設が始まっている高速道路網の管制センター設置区間とその隣接区間（アクセス路となる幹線道路を含む）を対象に、策定した ITS 技術基準案を適用するための検討を行い、パイロットプロジェクト計画を立案する。これにより、区間ごとに大きなバラツキのある ITS 整備水準の統一と統合的な運用の推進を図る。

パイロットプロジェクト計画の対象道路網

- ハノイ市周辺: Cau Gie–Ninh Binh 高速道路、Phap Van–Cau Gie 高速道路、環状3号線を含む幹線道路網
- ダナン市周辺: Da Nang–Quang Ngai 高速道路を含む幹線道路網
- ホーチミン市周辺: HCMC–Dau Giay 高速道路、HCMC–Trung Luong 高速道路を含む幹線道路網



図 4.1 ハノイ市周辺でのパイロットプロジェクト

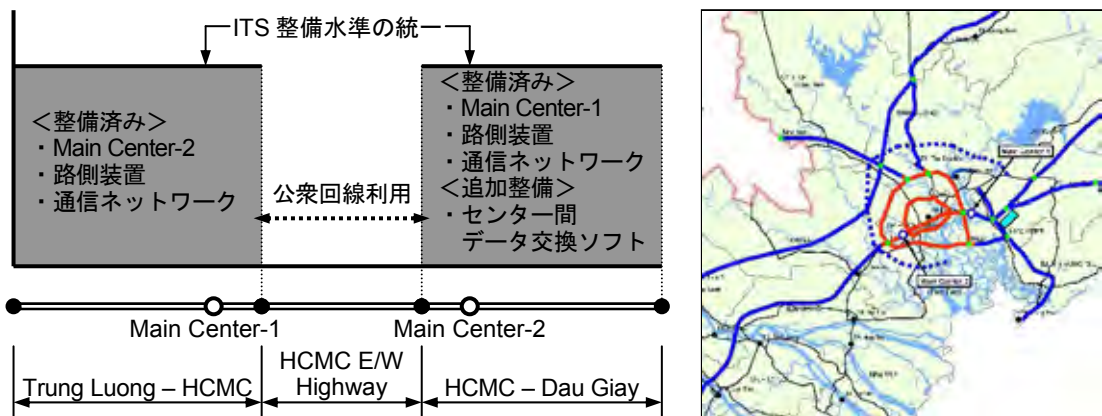


図 4.2 ホーチミン市周辺でのパイロットプロジェクト

5. 調査実施の方法

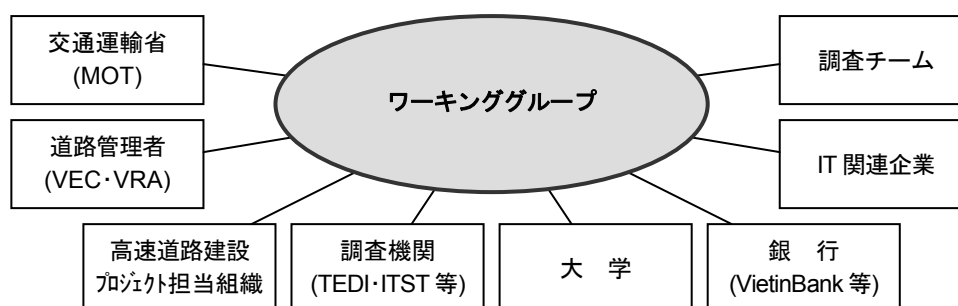
本調査業務では、複数のアジア諸国での技術基準策定や ISO/TC204 の ITS 国際標準検討の経験に基づき、以下の 6 項目を運営面の基本方針として、ベトナムでの ITS 整備のための技術基準案を策定し、それを適用したパイロットプロジェクト計画を立案した。

- ITS マスタープラン策定で構築された検討体制の継承
- 検討担当者間での ITS の明確なコンセプトの共有
- ワーキンググループとサブワーキングの役割分担
- ITS の運用フレームワーク構築の支援
- ITS に関する技術移転の推進
- 近隣諸国との ITS 連携促進の支援

1) ITS マスタープラン策定で構築された検討体制の継承

ITS 技術基準案の策定にあたっては、ベトナム政府・関係機関との間でニーズの把握や合意形成を円滑に進められる体制の構築が不可欠である。

本調査では、VITRANSS2 の ITS マスタープラン策定の過程で、5 回のワーキンググループとその成果報告のためのワークショップを通じて作り上げた体制を継承・拡充して、技術基準案の検討体制を構築する。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

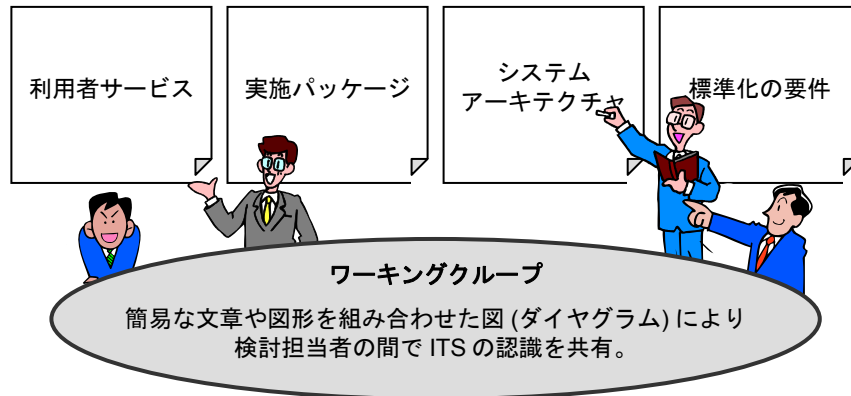
図 5.1 ITS 技術基準案検討のためのワーキンググループ

2) 検討担当者間での ITS の明確なコンセプトの共有

ITS 技術基準案の策定に際しては、ITS の標準化検討の前提となる基本事項についての認識を、全ての検討担当者間で共有することが極めて重要である。

本調査では、最初に、全ての調査チーム要員とベトナム政府・関係機関の担当者で、VITRANSS2 の ITS マスタープランの成果である以下の事項をレビューして、必要なものについては内容の見直しを行う。このレビューの結果を ITS についての明確なコンセプトとしてワーキンググループの場で示し、全ての検討担当者間で共有する。

- ベトナムで提供されるべき ITS 利用者サービス
- ベトナムにおける ITS 整備のロードマップ
- ITS を利用して実現されるべき道路運用管理の水準
- 標準化で対象とする実施パッケージ
- 標準化の前提となるシステムアーキテクチャ
- ITS 標準化の要件



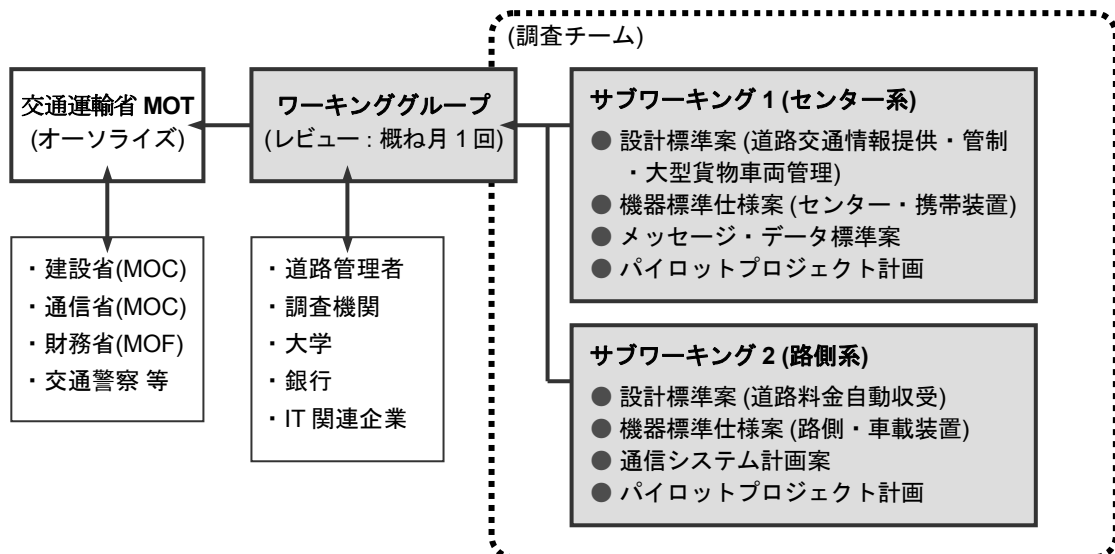
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 5.2 ワーキンググループでの ITS の明確なコンセプトの共有

3) ワーキンググループとサブワーキングの役割分担

ITS 技術基準案の策定にあたっては、技術の内容について整理・検討して文案を作成する作業チームと、その文案をレビューしてベトナムの基準として相応しいものであることを検証する場が必要である。

本調査では、技術内容の検討と文案作成を担当するサブワーキングと、作成された文案をレビューするワーキンググループを組織して業務を実施する。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 5.3 ITS 技術基準案策定の役割分担

4) ITS の運用フレームワーク構築の支援

ITS 技術基準案を実際に適用してプロジェクトを実施するためには、ITS のさまざまな運用フレームワークが事前に構築されていることが必要条件となる。

本調査では、マスタープランで検討されている以下のフレームワークについて、具備すべき基本事項や留意点を整理してその構築を支援し、業務の円滑な実施を図る。

- 事故の通報
- 道路交通情報の提供
- 道路料金の決済
- 車載器・IC カードの運用・管理
- 道路料金のエンフォースメント
- 過積載取締り

道路料金の決済を複数の銀行が発行する共通プリペイカードを使って行う場合、下図のような運用フレームワークが想定され、決済を行う銀行の選定やクリアリングセンターの立上げを行う必要がある。本調査では、このフレームワーク構築のために判断や決定が必要となる基本事項や留意点を整理し、ベトナム側に提示する。

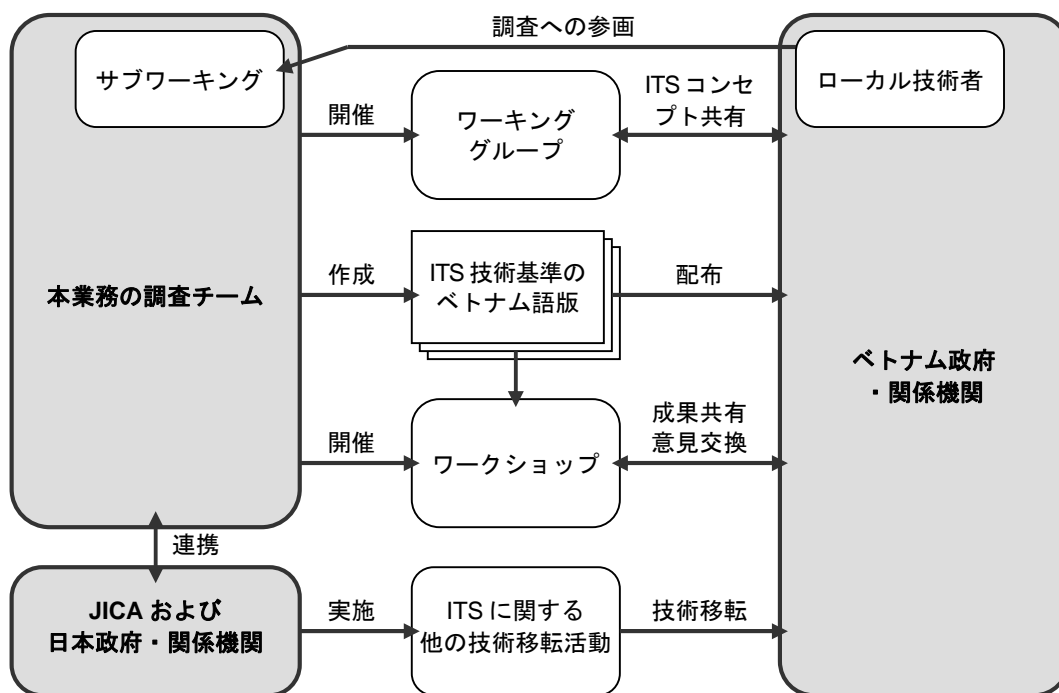
道路運用管理のフレームワークについても、道路管理者と他の関係機関の間で、料金収入と交通量の相互チェック、道路料金や過積載取締りのエンフォースメント、通信システムの運用のための役割分担が必要となる。本調査では、このフレームワーク構築のために判断や決定が必要となる基本事項や留意点を整理し、ベトナム側に提示する。

5) ITS に関する技術移転の推進

ベトナムでは、ITS のベースとなる考え方、検討手法、基礎技術を理解、習得している技術者が極めて少なく、加えて、それらを記述するためのベトナム語の技術用語も未整備である。ITS 技術基準案の策定と併せて、これらの問題を解決することは、今後のベトナムにおける ITS 整備を円滑に進める上で不可欠である。

本調査では、以下の方策により、ベトナムへの ITS に関する技術移転を推進する。

- ローカル技術者が参画した形でのサブワーキングにおける技術基準案検討・文案作成の実施
- ワーキンググループにおけるベトナム政府・関係機関の担当者との明確な ITS のコンセプトの共有
- 本調査業務最終段階でのワークショップの開催による成果共有・意見交換
- ITS 技術基準案のベトナム語版の作成・配布
- 日本がベトナムに対して実施している ITS に関する他の技術移転活動との連携



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 5.4 ITS に関する技術移転の推進

6) 近隣諸国との ITS 連携推進の支援

ベトナムは、国境を接する国々と道路網や通信ネットワークで結ばれており、道路利用者に ITS のサービスを提供する上で、近隣諸国との連携が極めて重要となる。

本調査では、ベトナム交通運輸省 (MOT) をバックアップして成果を ASEAN 諸国などに公表し、近隣諸国との ITS の連携推進を支援する。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 5.5 近隣諸国との ITS 連携推進の支援

6. ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組み

本章では、ITS を利用した高速道路の運用に必要な枠組みとして以下の検討を行った。

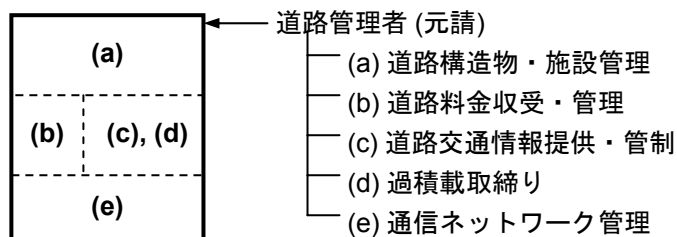
- 高速道路運用管理の枠組み
- 高速道路運用水準のコントロール
- 道路交通管制の枠組み
- 事故通報の手順
- 道路・交通監視の手順
- 交通イベントデータ管理の手順
- 道路交通情報提供の枠組み
- 高速道路網の料金体系
- 道路料金管理の枠組み
- 道路料金決済の枠組み
- IC カード運用の枠組み
- OBU 管理の枠組み
- 道路料金エンフォースメントの枠組み
- 過積載取締りの枠組み
- 通信ネットワーク管理の枠組み
- 無線周波数割当て

6.1 高速道路運用管理の枠組み

ITS を用いた高速道路運用管理に関して、複数の枠組みが想定される。

1) 枠組み 1: 全ての道路運用管理を道路管理者(元請)が実施する場合

本枠組みでは、道路管理者(元請)は、熟練したマンパワーを独自に揃えて、多岐に渡る高速道路運用管理の全てを実施しなければならない。全ての運用管理コストを高速道路料金収入によって賄う必要がある。



	コスト	収入
道路管理者 (元請)	- 建設/維持管理コスト (a) - 運用管理コスト (b), (c), (d), (e)	- 高速道路料金収入

図 6.1 枠組み 1 における役割分担

2) 枠組み 2: 全ての道路管理を下請業者に委託する場合

この枠組みでは、道路管理者(元請)は高速道路および関連施設の維持管理を実施するのみであるが、道路管理下請業者は、熟練したマンパワーを独自に揃えて、多岐に渡る高速道路運用管理の全てを実施しなければならない。全ての運用管理コストを高速道路料金収入によって賄う必要がある。

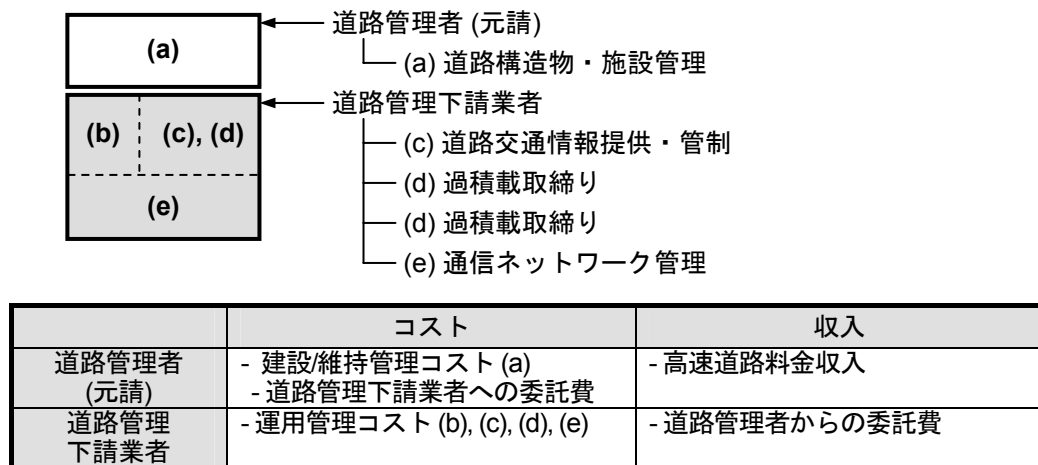


図 6.2 枠組み 2 における役割分担

3) 枠組み 3: 道路管理者と通信サービス会社とによる管理の分担

この枠組みでは、通信ネットワークの管理は通信サービス会社によって分担されるものの、道路管理者(元請)は熟練したマンパワーを独自に揃えて、多岐に渡る高速道路運用管理の大部分を実施しなければならない。この枠組みでは、高速道路料金収入に加えて、通信サービスによる収入を運用管理コストに充てることができる。

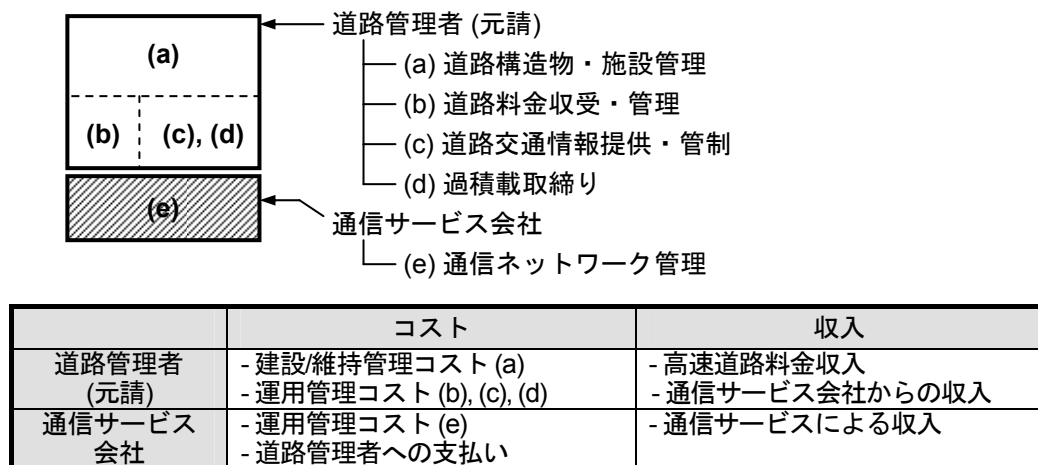


図 6.3 枠組み 3 における役割分担

4) 枠組み 4: 道路管理者と道路管理下請業者による運用の分担

この枠組みでは、道路管理者(元請)は高速道路および関連施設の維持管理と、それを賄う高速道路料金の収受に集中することができる。また道路管理下請業者は、

適切な高速道路の運用管理と通信ネットワークの管理に集中することができる。全ての運用管理コストを高速道路料金収入によって賄う必要がある。

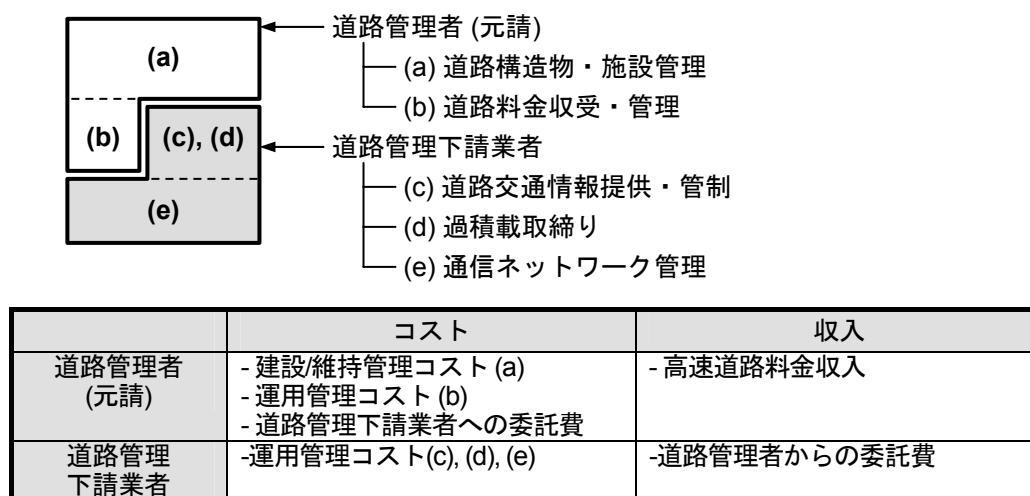
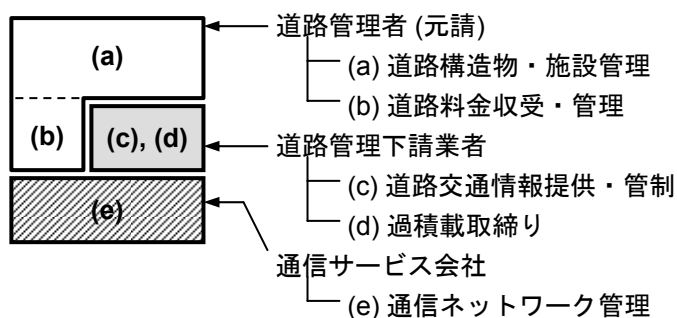


図 6.4 枠組み 4 における役割分担

5) 枠組み 5: 道路管理者、道路管理下請業者、通信サービス会社による運用管理の分担

この枠組みでは、道路管理者(元請)は高速道路および関連施設の維持管理と、それを賄う高速道路料金の収受に集中することができる。通信ネットワークの運用管理が通信サービス会社に委託されるため、道路管理下請業者は道路の運用管理に集中することができる。この枠組みでは、高速道路料金収入に加えて、通信サービスによる収入を運用管理コストに充てることができる。



	コスト	収入
道路管理者 (元請)	- 建設/維持管理コスト (a) - 運用管理コスト (b) - 道路管理下請業者への委託費	- 高速道路料金収入 - 通信サービス会社からの収入
道路管理下請業者	- 運用管理コスト (c), (d)	- 道路管理者からの委託費
通信サービス会社	- 運用管理コスト (e) - 道路管理者への支払い	- 通信サービスによる収入

図 6.5 枠組み 5 における役割分担

6) 高速道路運用管理の枠組みの選定

前述の各枠組みの長所、短所を以下の表に整理する。この比較結果から、枠組み

5 を推奨する。枠組み 4 についても妥当性があるものと判断する。

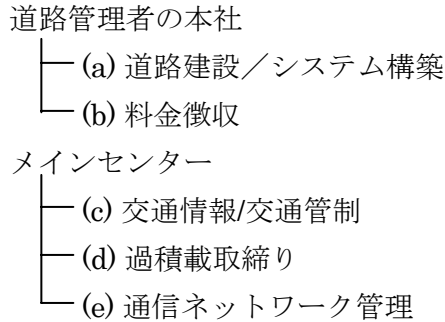
表 6.1 高速道路運用管理の枠組みの長所と短所

	長所	短所	評価
枠組み 1	—	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理者が多岐に渡る道路管理業務を全て実施しなければならない。 全ての運用管理コストを高速道路料金収入で賄う必要がある。 	不適
枠組み 2	—	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理下請業者が多岐に渡る道路管理業務を全て実施しなければならない。 全ての運用管理コストを高速道路料金収入で賄う必要がある。 	不適
枠組み 3	<ul style="list-style-type: none"> 通信ネットワークの運用管理は通信サービス専門の会社に委託される。 通信サービスによる収入を得ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理者が多岐に渡る道路管理業務の大部分を実施しなければならない。 通信サービス会社を選定または新設する必要がある。 	不適
枠組み 4	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理者は、建設費用の支払いを高速道路料金収入で賄うことに集中できる。 道路管理下請業者は、道路の運用管理と通信ネットワークの運用管理に集中できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 全ての運用管理コストを高速道路料金収入で賄う必要がある。 	適
枠組み 5	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理者は、建設費用の支払いを高速道路料金収入で賄うことに集中できる。 道路管理下請業者は、道路の運用管理に集中できる。 通信ネットワークの運用管理は通信サービス専門の会社に委託される。 通信サービスによる収入を得ることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 通信サービス会社を選定または新設する必要がある。 	推奨

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

7) 高速道路運用のための実際の全体枠組み

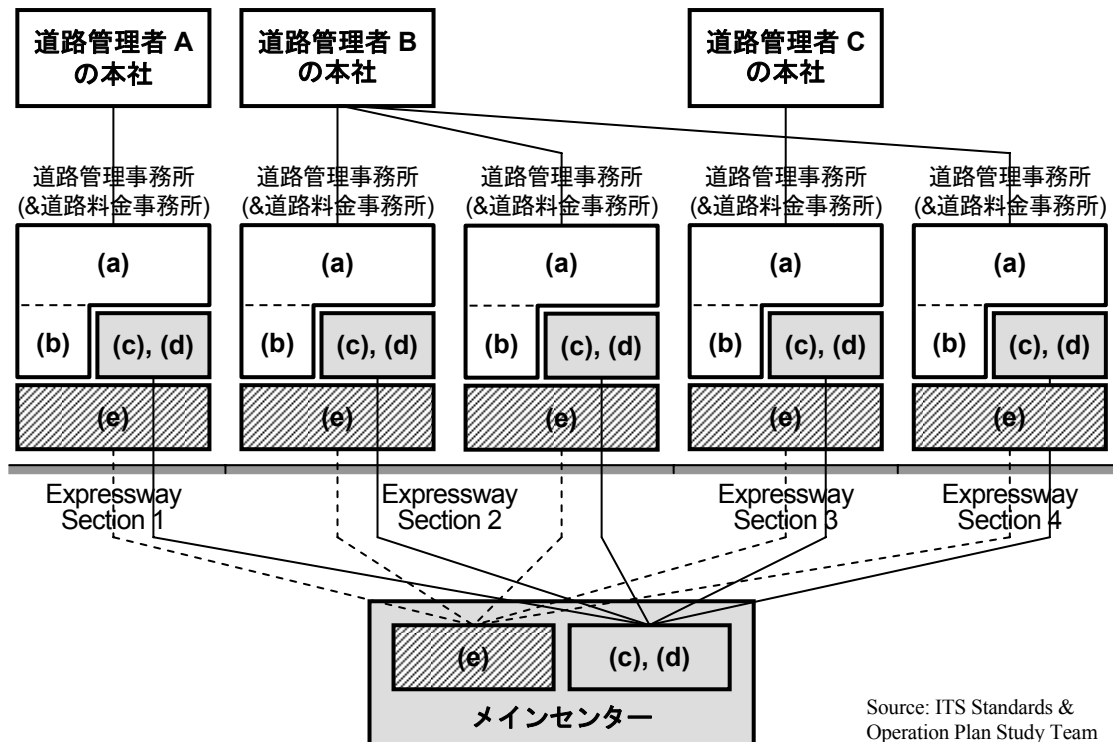
高速道路は、ある一定の区域ごとに建設され、運用される。道路・システムの建設と料金徴収は、道路管理者の本社で統括され、適切な高速道路運用とつ新ネットワークの管理は、全体枠組みの枠組み 5 (または枠組み 4)のメインセンターで統括される。



全体枠組みの例を以下の図に示す。この図には以下の道路管理者が含まれている。

- 道路管理者 A: 高速道路のある区間を運用する
- 道路管理者 B: 高速道路の多くの区間を運用する
- 道路管理者 C: 高速道路のある区間を運用する

高速道路の区間は、一つ以上の道路管理者によって運用されることとなる。これら運用者は、一般的に 80km 未満の高速道路区間ごとに道路管理事務所を設置し、インターチェンジや本線バリア等の多くの料金所も含まれる。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.6 枠組み 5 をベースとした全体枠組みの例

6.2 高速道路運用管理水準のコントロール

高速道路の運用が持続的に行われるためには、道路運用・維持管理に対する推進策が必要である。それは、以下に示すように、道路管理者が道路運用管理の改善に消極的になる傾向があるためである。

高速道路管理者が道路料金を引き上げることは、容易ではない。それは、道路運用・維持管理の改善が、経済的便益や道路利用者の道路料金支払い意思額の増加に結びつく可能性が明確でないばかりか、道路管理者にとって明らかなコスト増加要因(収益減少要因)であるからである。

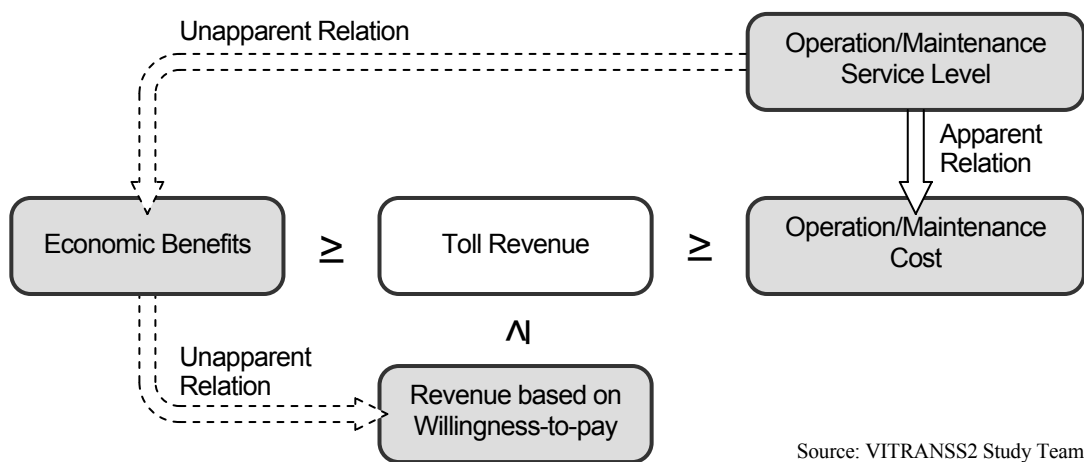


図 6.7 不明瞭な道路運用・維持管理の改善の効果

したがって、道路運用・維持管理に求められるサービス水準を一つの標準として規定しなければならない。下図に示すように、ミニマルサービス要件を規定することにより、高速道路管理者の道路運用・維持管理サービス水準をコントロールでき、さらに、道路管理者のミニマルサービス要件の達成度に照らして道路料金引上げを承認(コントロール)することができる。ミニマルサービス要件の具体的な内容は 3.4 節に示す。

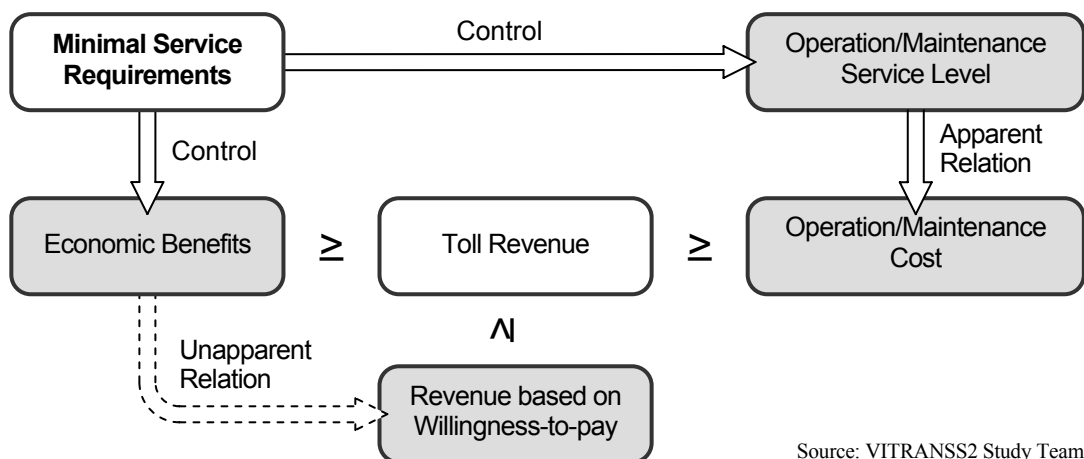


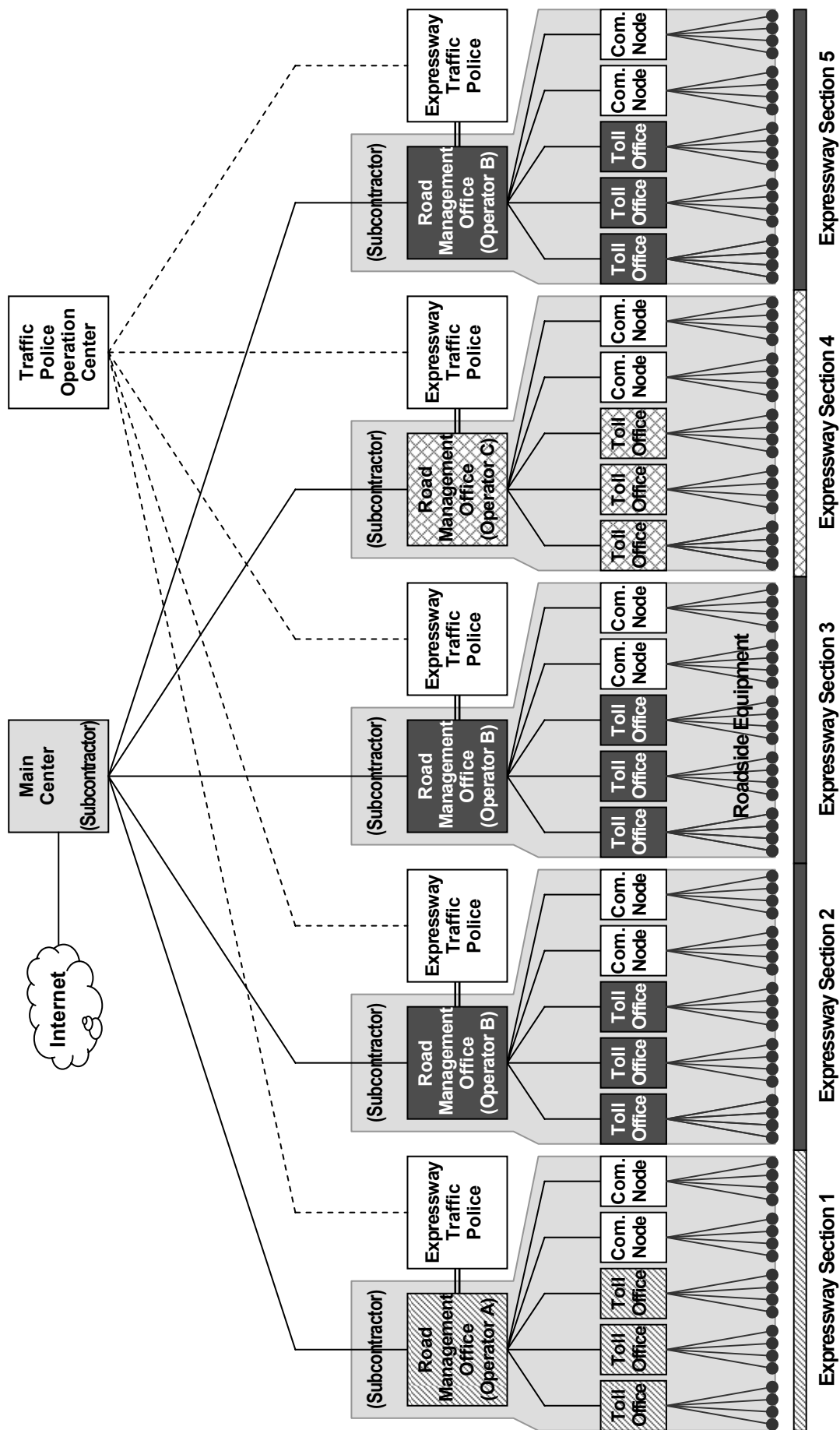
図 6.8 道路運用・維持管理サービス水準のコントロール

6.3 高速道路交通管制の枠組み

ベトナムの高速道路ネットワークは、多くの異なる道路管理者により分担されて運用管理されるものと想定される。したがって、高速道路交通管制の枠組みは階層的な構造に統合される必要がある。

- 路側装置および料金事務所：路側装置は、料金事務所内や屋外に設置される通信ノードに接続される。料金事務所は、料金所（2 つ以上の料金ブースを持つ）に設置され、料金収受の役割を担う。
- 道路管理事務所：道路管理事務所は、高速道路の各区間に少なくとも 1 箇所設置される。道路管理事務所は、高速道路の最新の交通状況を把握するためのパトロール、および区間内の料金事務所と通信ノードを所管する。
- メインセンター：メインセンターは、ハノイ、ダナン、ホーチミンなどの主要都市に設置される。メインセンターは道路管理事務所を統括し、交通規制、交通管制、交通情報提供などの役割を担う。

高速道路交通管制の枠組みは、異なる複数の道路管理者と交通警察によって構成され、次図に示すとおりである。この枠組みは、図 6.6 の枠組み 5 をベースとした全体枠組みに対応している。この図から、道路管理事務所が所管する各高速道路区間に対応した形で高速道路交通警察を組織する必要があることが明らかである。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.9 高速道路交通管制の枠組み

6.4 事故通報の手順

事故発生時の通報には、2種類の電話システムの利用が考えられる。

1) ケース 1: 非常電話を利用する場合

- 長所: ・ 事故発生場所(位置)の特定の容易さ
 課題: ・ 道路管理事務所に対応した高速道路交通警察の設置
 ・ 道路管理者の整備コストが高額

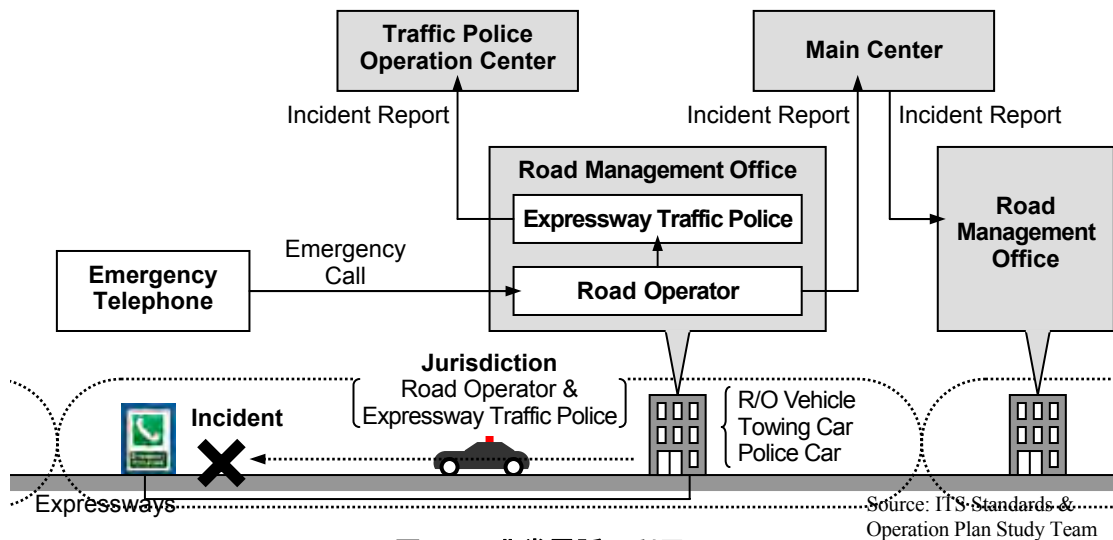


図 6.10 非常電話の利用

2) ケース 2: 携帯電話を利用する場合

- 長所: ・ 道路管理者の整備コストが低額
 問題: ・ 道路管理事務所に対応した高速道路交通警察の設置
 ・ 高速道路上での携帯電話サービスの提供
 ・ 事故発生場所(位置)の特定の困難さ

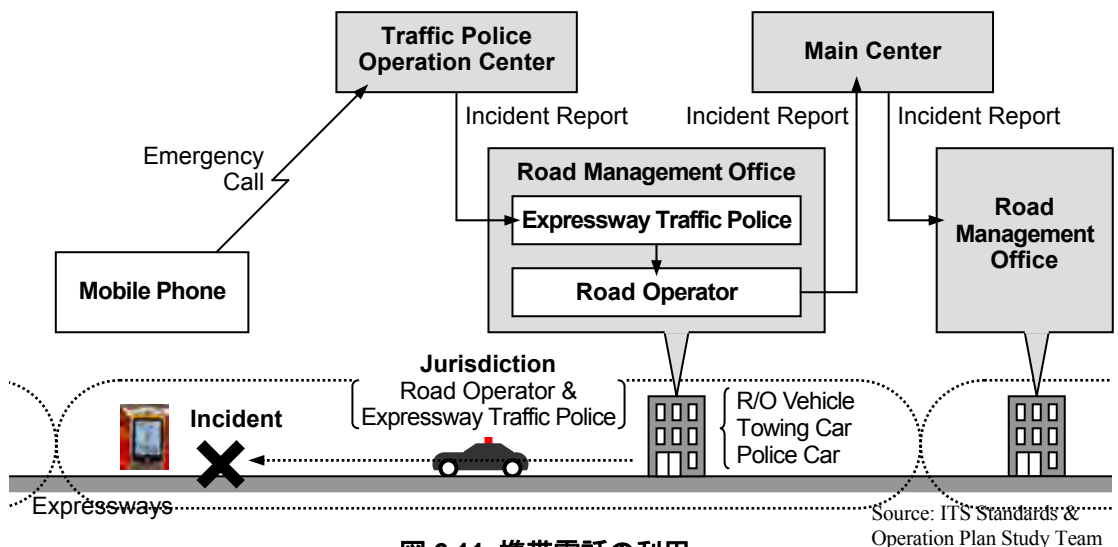


図 6.11 携帯電話の利用

6.5 道路・交通監視の手順

1) ケース-1: 日常的な監視

日常的な道路・交通監視は、高速道路ネットワークの広域的な交通情報提供・管制を統括するメインセンターに委託される。CCTV カメラは、メインセンターから直接制御される。

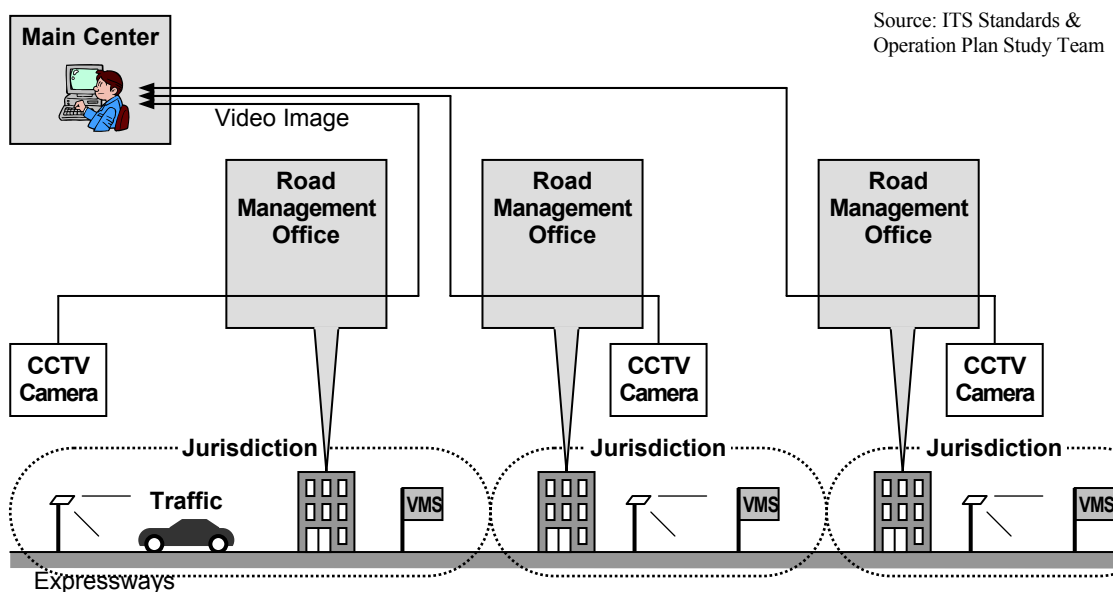


図 6.12 日常的な監視

2) ケース-2: 事故発生時の監視

事故発生時の道路・交通監視は、事故への対処を担う各道路管理事務所で行う。事故現場付近の CCTV カメラは担当する道路管理事務所から制御され、それ以外の CCTV カメラや VMS はメインセンターから制御される。

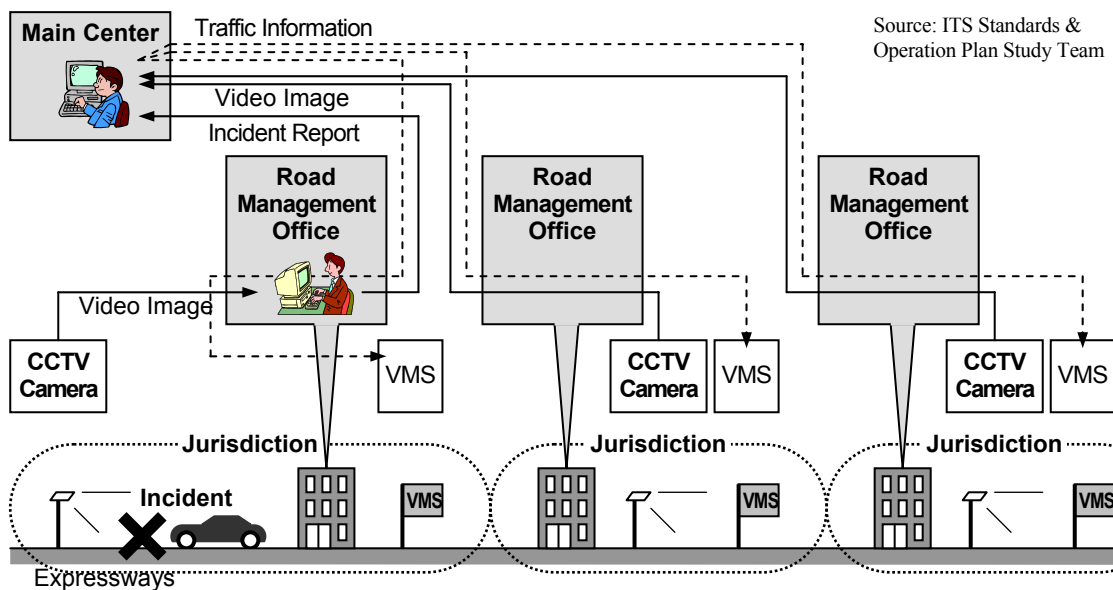


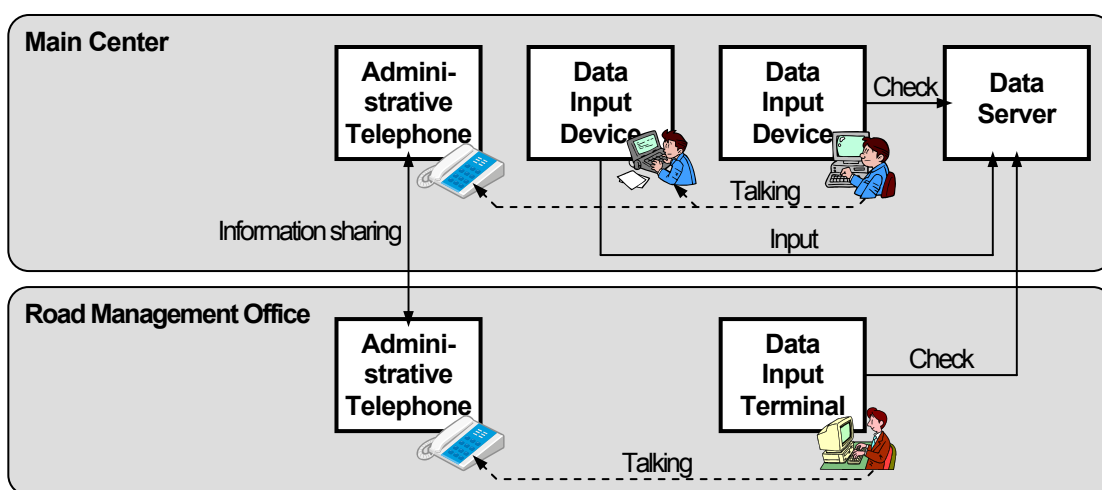
図 6.13 事故発生時の監視

6.6 交通イベントデータ管理の手順

交通イベントデータの入力としては、以下の3通りが想定され、その詳細は図に示す通りである。

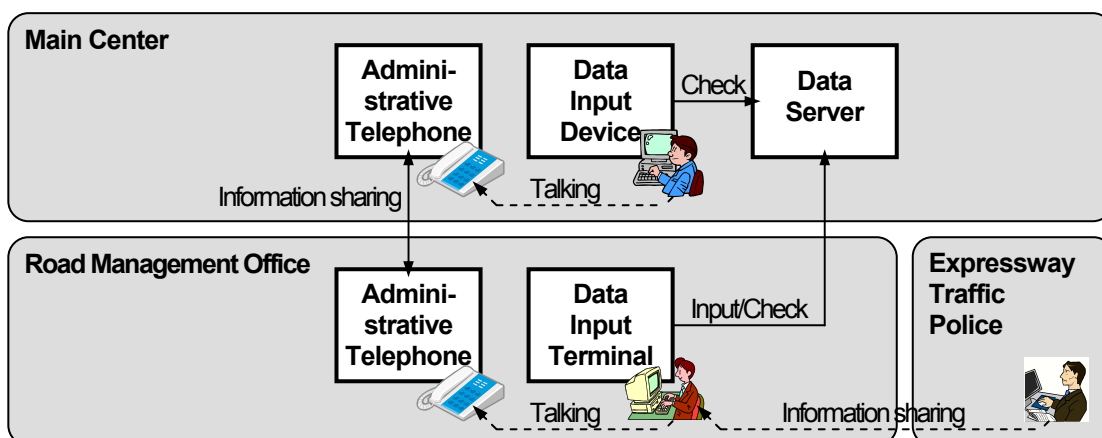
- メインセンターのオペレータによる入力
- 道路管理事務所のオペレータによる入力
- 携帯データ入力端末からの現場のパトロール要員による入力

いずれの場合においても、メインセンターと道路管理事務所の責任者の承認が必要である。この二重の承認により、交通情報提供・管制を担当するメインセンターの事業主体と最新の交通状況の監視(パトロール)を担当する道路管理事務所の事業主体が異なる場合にも、適切に交通イベントデータを生成できる。メインセンターと道路管理事務所の承認のいずれか、または両方が欠落している入力データは未承認と位置づけられ、交通情報提供・管制には使用されない。



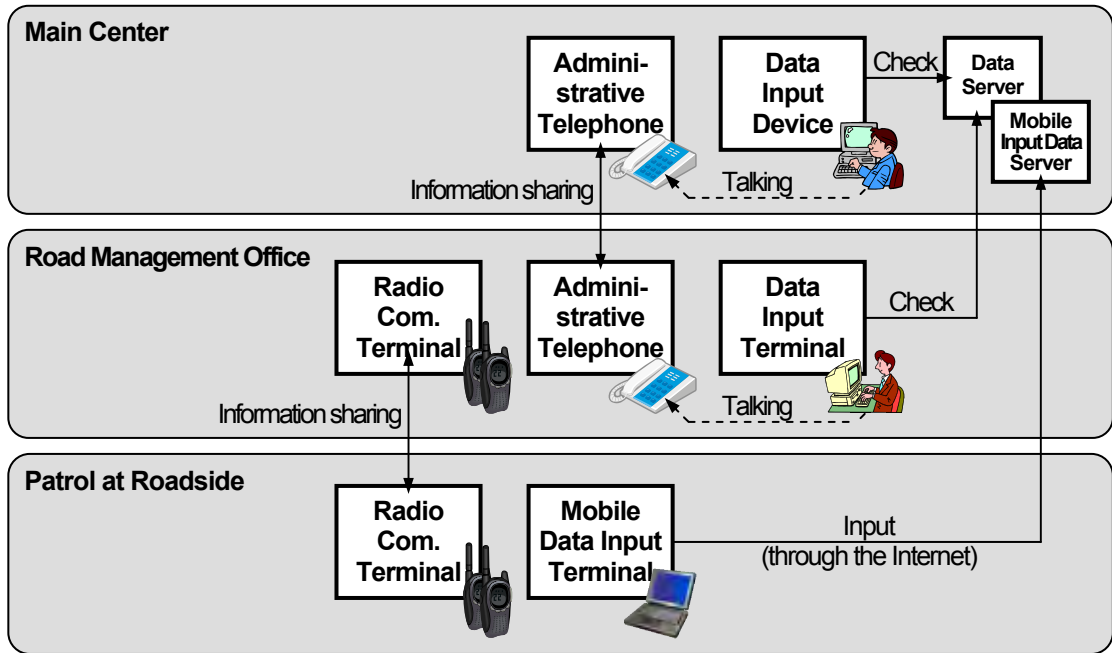
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.14 メインセンター要員による交通イベントデータ入力



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.15 道路管理事務所要員による交通イベントデータ入力

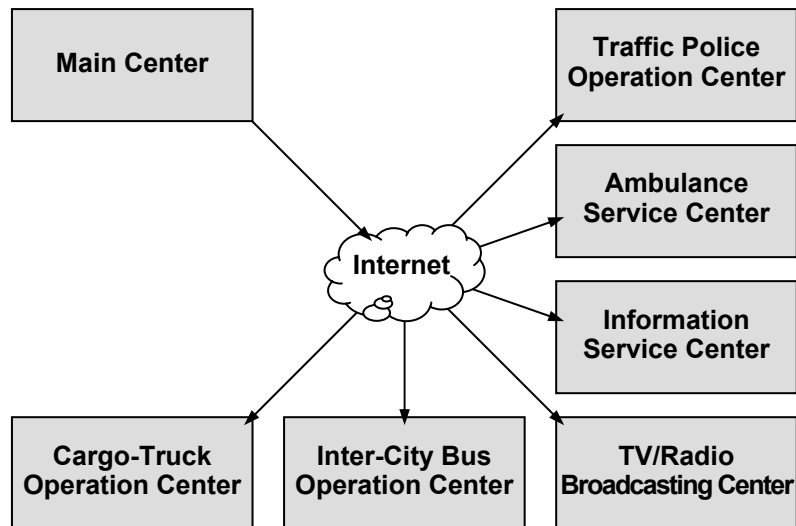


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.16 現場のパトロール要員による交通イベントデータ入力

6.7 道路交通情報提供の枠組み

標準化されたメッセージやデータによって記述された交通情報は、インターネットを介して関係機関に提供される。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.17 インターネットを介した交通情報提供

6.8 高速道路網の料金体系

高速道路の料金は、道路の建設ばかりでなく道路運用・維持管理についても予算上の制約を与える重要な前提条件である。同時に、料金所配置や路側装置構成にも影響を与える。本調査では、以下の 2 種類の料金体系が採用されるものと想定する。

1) 都市間高速道路の料金体系

都市間高速道路網には、走行距離に応じて利用者に公平に課金する距離比例料金体系が適している。道路区間が複数の異なる道路管理者によって運営されている場合に、複数の高速道路区間を連続して走行するドライバーの料金支払額の計算を容易にし、道路管理者間での料金収入の分配を明確にするため、道路管理者の異なる高速道路区間は本線バリヤによって分離される必要がある。

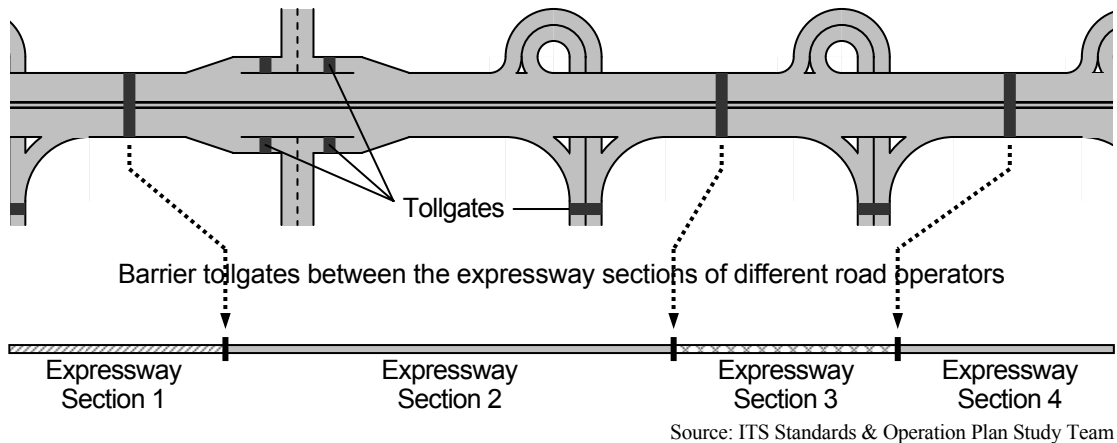


図 6.18 都市間高速道路での距離比例料金の料金所配置

2) 大都市圏の料金体系

距離比例料金体系は、都市間を結ぶ高速道路網に適した道路料金体系である。しかし、近い将来、ベトナムの大都市部では、集中する交通量を効果的に分散させることが、主要な課題になると考えられる。この課題への対処には、一般に、均一料金体系の採用が有効である。東京やジャカルタなどの主要都市部では、図に示すような複合的な料金体系が採用されている。

したがって、ITS 技術基準案の検討では、距離比例料金体系と均一料金体系を考慮する。

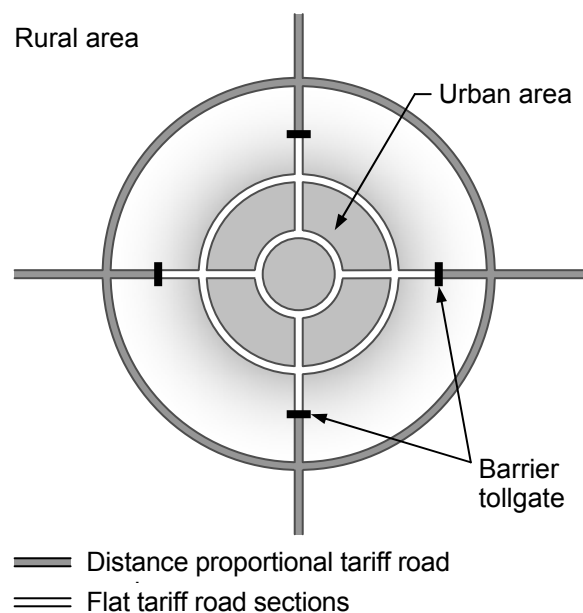


図 6.19 大都市圏での複合的料金体系

3) 車種区分

ベトナムの車種区分

ベトナムでの実際の道路料金額は、MOF 通達 No.90/2004/TT-BTC に示される車種区分によっている。車種区分は、道路利用から得られる便益に着目して、座席数と積載可能重量の組合せによって定義されている。

この車種区分は、適切な車両番号システムに基づくナンバー読取りによりチェックされる。

表 6.2 ベトナムの車種区分

Vehicle Class	Definition	
Ordinary Vehicle	1	Two wheelers, three wheelers, mopeds and the like
	2	Motorcycles, rudimentary trucks, tractors
	3	Cars with seats of 12 or less, trucks with a capacity less than 2 tons, mass transit buses
	4	Cars seats between 12 and 30, trucks with a capacity between 2 and 4 tons
	5	Cars with seats of 30 or more, trucks with a capacity between 4 and 10 tons
	6	Trucks with a capacity between 10 and 18 tons, 20ft-container lorries
	7	Trucks with a capacity of 18 tons or more, 40ft-container lorries
Defence Ministry Vehicle	1	Military cars
	2	Military trucks
Police Force Vehicle	1	Cars with seats less than 7
	2	Cars with seats of 7 or more
	3	Specialized automobiles
	4	Trucks
	5	Two wheelers, three wheelers

Source: VITRANSS2 Study Team

インドネシアの車種区分

インドネシアでは、貨物車両による道路構造へのダメージに着目して、車軸数による車種区分が道路料金計算に採用されている。この車種区分は簡単なセンサーにより実現される。

表 6.3 インドネシアの車種区分

Vehicle Class	Definition
Class I	Sedan, Jeep, Pickup truck, Small truck and Bus
Class II	Truck with 2 axles
Class III	Truck with 3 axles
Class IV	Truck with 4 axles
Class V	Truck with 5 or more axles

Source: VITRANSS2 Study Team

マレーシアの車種区分

マレーシアでは、貨物による道路構造へのダメージに着目して、車軸数による車種区分が道路料金計算に採用されている。さらに、公共性の高いバスやタクシーには割安の料金が設定されている。この車種区分は簡単なセンサーにより実現される。

表 6.4 マレーシアの車種区分

Vehicle Class	Definition
Class 0	Motorcycles, bicycles or vehicles with 2 or less wheels
Class 1	Vehicles with 2 axles and 3 or 4 wheels excluding taxis
Class 2	Vehicles with 2 axles and 5 or 6 wheels excluding buses
Class 3	Vehicles with 3 or more axles
Class 4	Taxis
Class 5	Buses

Source: VITRANSS2 Study Team

日本の車種区分

日本では、車両による道路構造へのダメージと道路の占有に着目して、車軸数と車両重量、車両寸法を組合せた車種区分が道路料金計算に採用されている。この車種区分は踏板や車両検知器を含む多種類のセンサーによって実現され、車両番号システムに基づきナンバー読取りによってチェックされる。

表 6.5 日本の車種区分

Vehicle Class	Definition
Light Vehicle	- Light vehicle - Motorcycle
Ordinary Vehicle	- Small size vehicle (excluding light vehicle and motorcycle) - Sedan - Light tractor with trailer (which has an axle)
Medium Vehicle	- Small bus with 11 to 29 seats and a weight less than 8 tons - Truck with a weight less than 8 ton and axles of 3 or less - Light tractor with trailer (which has 2 or more axles) - Tractor with trailer (which has an axle)
Large Vehicle	- Bus with 30 or more seats or a weight more than 8 tons, and a length less than 9 m - Truck with a weight of 8 to 25 tons and axles of 3 or less - Tractor with trailer (which has 2 or more axles) - Large tractor with trailer (which has an axle)
Extra Large Vehicle	- Bus with 30 or more seats, a weight more than 8 tons, and a length more than 9 m - Truck with axles of 4 or more - Large tractor with trailer (which has 2 or more axles) - Large construction vehicle

Source: VITRANSS2 Study Team

本調査での検討に使用する車種区分

本調査の検討に使用する車種区分は、MOF 通達 No.90/2004/TT-BTC に従うものとする。

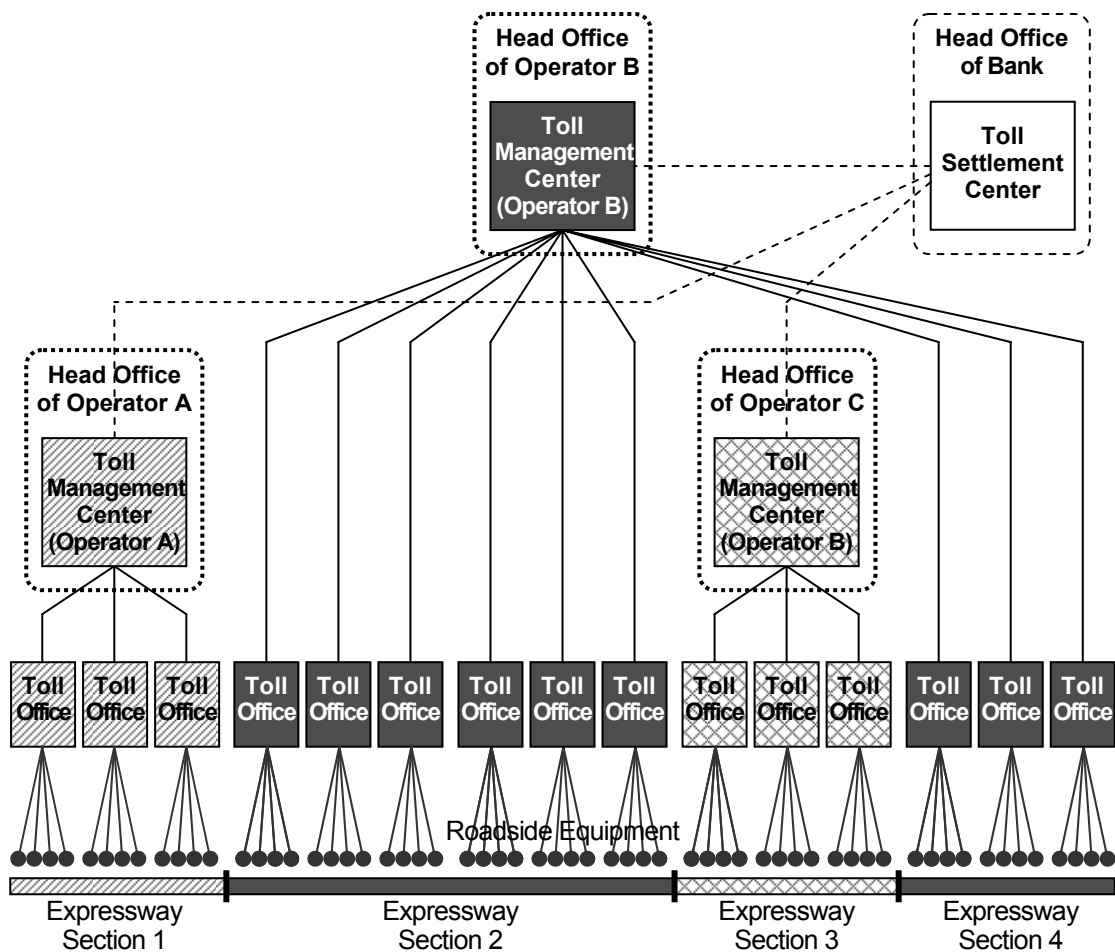
しかし、将来的には、新たな車種区分が設定されるべきである。新たな車種区分は、踏板やナンバー読取りなどの簡単なセンサーにより、低コストで実現される必要がある。例えば、軸数を使用することにより、車重に考慮した車種区分を車重計測機器なしに実現することができる。

6.9 道路料金管理の枠組み

ベトナムの高速道路ネットワークは、多くの異なる道路管理者によって分担されて運用されるものと想定される。したがって、高速道路料金管理の枠組みは、道路管理者ごとに分離した形に統合される必要がある。

- 高速道路区間：各道路管理者が運用する道路区間で、道路管理者が異なる区間は本線料金所により分離される。
- 料金事務所：料金事務所は料金所（2つ以上の料金所ブースを持つ）に設置され、道路料金収受を所管する。
- 道路料金管理センター：道路料金管理センターは道路管理者の本社に設置され、道路料金額の集計や道路料金収入の管理を担う。

高速道路料金管理の枠組みは、複数の異なる道路管理者と銀行によって構成され、次図に示すとおりである。この枠組みは、図 6.6 の枠組み 5 をベースとした全体枠組みに対応している。



注：異なる道路管理者の区間は、本線バリア料金所で区切られる

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.20 異なる道路管理者と銀行を含む道路料金管理の枠組み

6.10 道路料金決済の枠組み

1) 推奨される支払方法

自動料金収受 (ETC・タッチ&ゴー) の決済には、プリペイタイプの非接触 IC カードを使用するものとする。以下に、様々な道路料金の支払方法を示す。

表 6.6 ETC・タッチ&ゴーのための支払方法の比較

	プリペイ方式	クレジット方式	デビット方式
概要	道路料金は、OBU が料金所を通過した時に、プリペイ残高から差引かれる。 プリペイの積増し ↓ OBU が料金所を通過 ↓ 道路料金がプリペイ残高から差引かれる	道路料金は、後日、クレジット会社から利用者の銀行口座に請求される。 銀行口座への預金 ↓ 与信 ↓ OBU が料金所を通過 ↓ 料金所通過情報がクレジット会社に送信される ↓ 道路料金がクレジット会社から請求される	道路料金は、後日、利用者の銀行口座から引き落とされる。 銀行口座への預金 ↓ OBU が料金所を通過 ↓ 料金所通過情報が銀行に送信される ↓ 道路料金が銀行口座から引き落とされる
可能な利用者	無制限	クレジット利用者に限定	銀行口座所有者に限定
小額への適用性	良い	必ずしも良くない	必ずしも良くない
専用の支払手段	必要	不要	不要
良好な通信網	必要	必要不可欠	必要不可欠
越国での認知度	高い	低い	高い
比較結果	推奨	不適	適用可

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

1 枚の IC カードが、複数の異なる道路管理者の間で共通に利用できる必要がある。また、IC カードは、都市内や高速道路沿道の施設で、便利に発行・積増しできなければならない。道路管理者の道路料金管理センターと銀行の道路料金決済センターの間で、適切なデータ交換が行われなければならない。

2) 道路料金決済の枠組み

以下の道路料金決済を実現するための枠組みについての比較を行う。

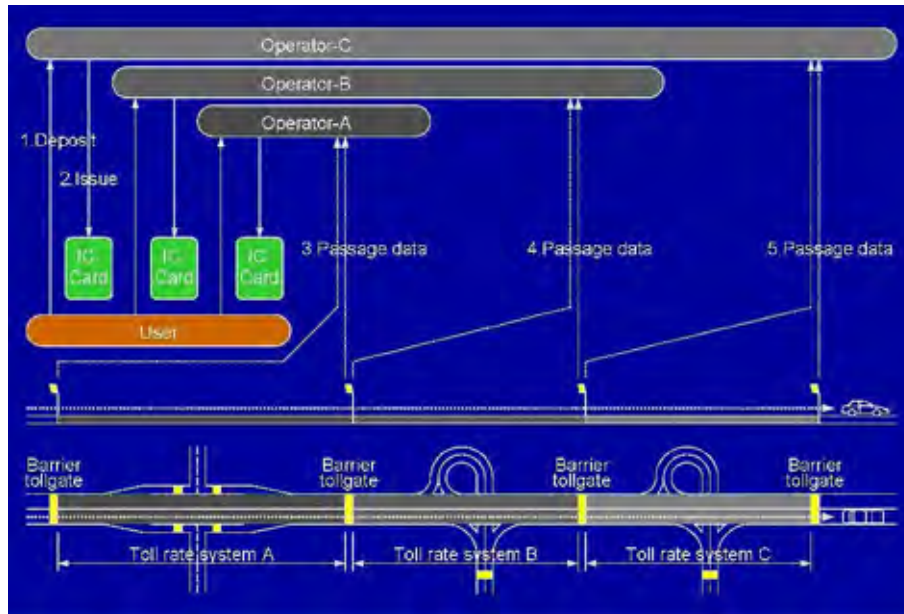
- タイプ-0 道路管理者により発行される非共通の IC カード
- タイプ-1' 単独の銀行により発行される共通の IC カード
- タイプ-1 複数の銀行により発行される共通の IC カード
- タイプ-2 道路管理者により発行される共通の IC カード

ただし、これら 4 つについての検討は、距離比例料金体系を前提として行う。

(1) タイプ-0 道路管理者により発行される非共通の IC カード

この道路料金決済の枠組みは、道路管理者により発行される多くの異なる非共通の IC カードを基本とするが、以下のような問題がある。

- 利用者は、異なる道路管理者により運用される道路区間を連続的に通過するため、複数の異なる IC カードを準備する必要がある。
- 利用者は高速道路沿道でしか IC カード発行・積増しサービスを受けられない。
- 全ての道路管理者が、利用者への IC カード発行・積増しの利便性のため、駐車場や設備を準備する必要がある。
- 駐車場付近の道路で IC カードの発行・積増しに来た車両の渋滞が予想される。
- 車載器と IC カードの普及が遅い。



Source:
VITRANSS2
Study Team

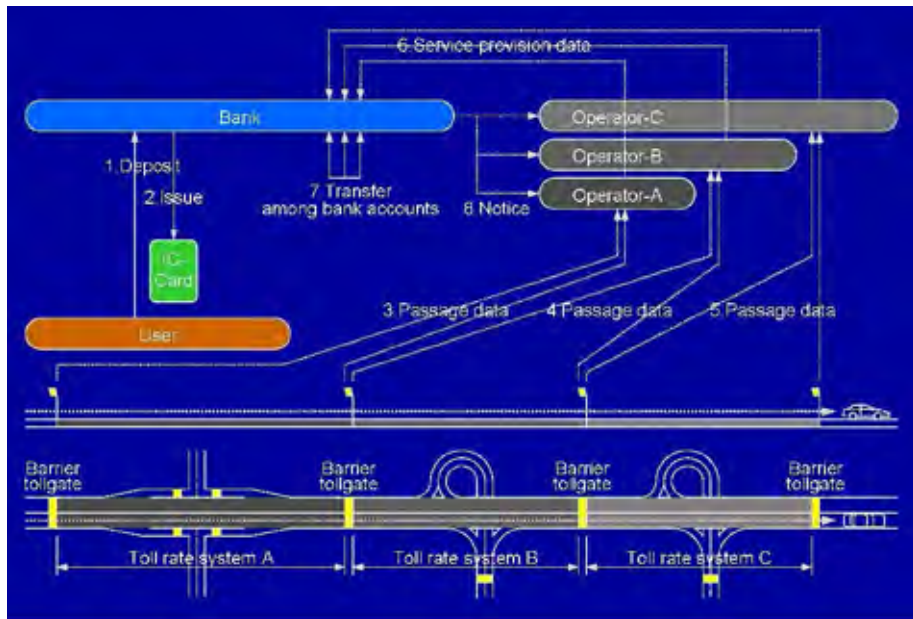
図 6.21 タイプ-0 道路管理者により発行される非共通 IC カード

(2) タイプ-1 銀行により発行される共通の IC カード

この道路料金決済の枠組みは、複数の異なる道路管理者の間で共有される単一の IC カードを基本とする。IC カードの発行・積増しサービスは、次図に示すように、第 1 段階では単一の銀行、次段階では複数の異なる銀行により提供される。この道路料金決済の枠組みの段階的な構築には、以下のような利点がある。

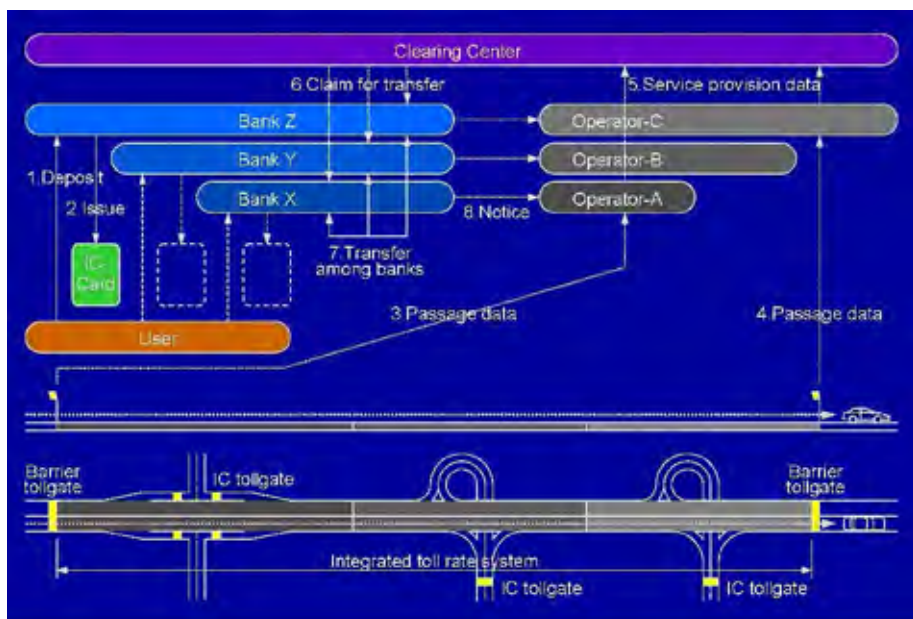
- 第 1 段階：
- 利用者は全ての高速道路で 1 枚の IC カードを使うことができる。
 - 利用者は、銀行の設備により、都市内の多くの場所で IC カード発行・積増しサービスを受けることができる。
 - 道路管理が IC カード発行・積増しサービスのための駐車場や設備を準備する必要がない。
 - 車載器と IC カードの普及が速い。
- 次段階：
- 利用者はより便利な IC カード発行・積増しサービスを受けられる。
 - ドライバーが IC カードの発行・積増しのために高速道路上で何度も停車する必要がない。
 - 道路の渋滞は、解消される。

しかし、道路管理者と銀行の統合のため、道路料金決済センターは第一段階で議論される必要があり、第2段階の開始までに設置される。



Source: VITRANSS2 Study Team

図 6.22 タイプ-1' 単一の銀行により発行される共通 IC カード (第1段階)



Source: VITRANSS2 Study Team

図 6.23 タイプ-1 複数の銀行により発行される共通 IC カード (次段階)

(3) タイプ-2 道路管理者により発行される共通の IC カード

この道路料金決済の枠組みは、異なる道路管理者が共有する共通の IC カードを基本とし、タイプ 1 と同様の利点がある。しかし、本フレームワークは道路管理者と銀行を統合した道路料金決済センターの設置が必要である。

(4) 道路料金決済の枠組みの比較

前述の道路料金決済の枠組みを比較すると、以下に要約される。

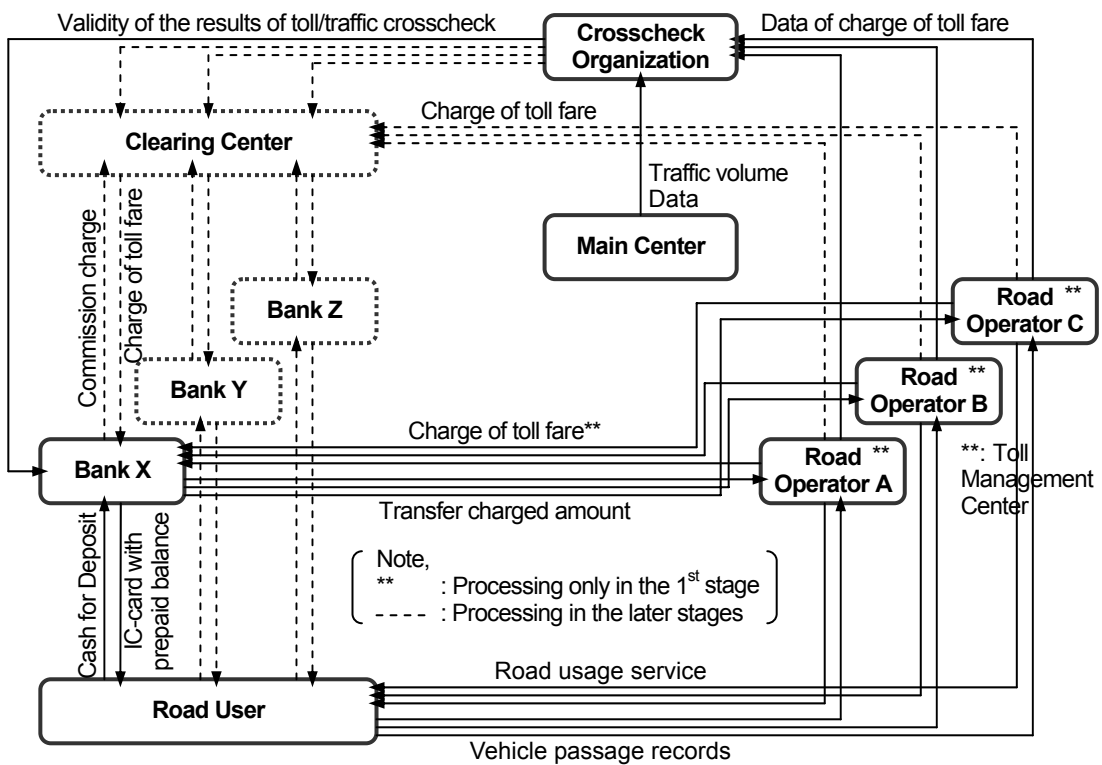
表 6.7 道路料金決済の枠組みの比較

	タイプ-0	タイプ-1'	タイプ-1	タイプ-2
IC カード発行機関	道路管理者	銀行(1行)	銀行(複数行)	道路管理者
道路管理者の IC カード運用経費削減	不可	可	可	不可
道路管理者の料金所・セクター間の現金輸送	必要	不要	不要	不要
高速道路利用に必要な IC カード枚数	2枚以上	1枚	1枚	1枚
利用者の IC カード積増しの利便性	普通	高い	非常に高い	普通
クリアリングセンター	不要	不要	必要	必要
比較結果	不適	第1段階で有効	推奨	不適

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

3) 道路料金と交通量のクロスチェックを含む道路料金決済の枠組み

道路料金決済の枠組みは上述のタイプ-1'、タイプ-1 と下図に示す道路料金・交通量クロスチェックを統合することで構築される。第1段階では料金は直接銀行に請求されるが、次段階では2行以上の銀行に高速道路利用料を割り当てるクリアリングセンターの設立が必要となる。これに対応して、道路管理者からの道路料金の請求額と交通量の実測値のクロスチェックを行う仕組みが必要となる。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.24 道路料金と交通量のクロスチェックを含む道路料金決済の枠組み

表 6.8 ISO 14904 における基本構想モデルとの対応

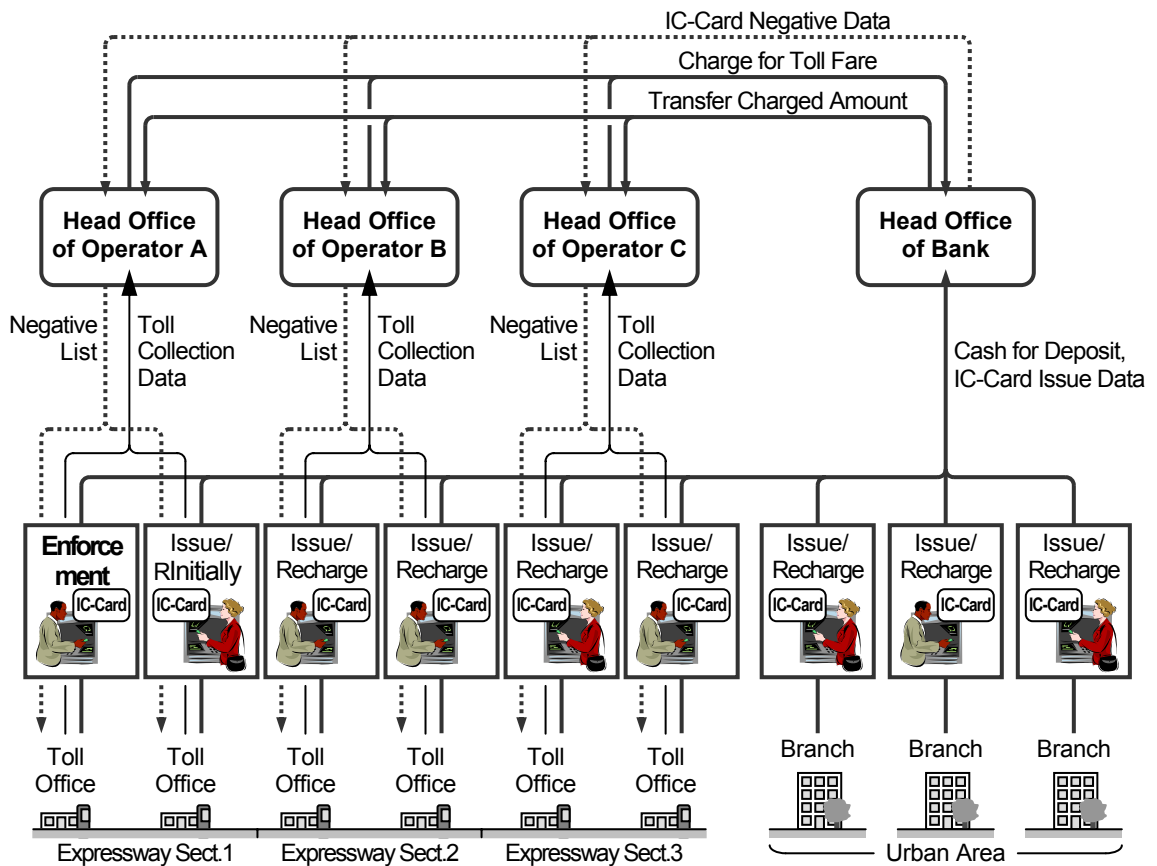
複数運用者間の決済のための ISO 14904: EFC インターフェース仕様		型式-1 のケース	
<p>EFC に対する基本構想モデル</p>	発行者	この構成機関は、料金支払システムと料金支払手段(IC カード)の利用者への発行に責任を持つ	銀行
	徴収エージェン	この構成機関は、利用者への支払い手段の販売と配布に責任を持つ	銀行
	クリアリング運用者	この構成機関は、料金請求の受け取りと恐らく、単独または複数の高速道路管理者からの取引を集める役割を担う。クリアリング運用者は、高速道路管理者(サービス提供者)間の取決めも行う	クリアリングセンター
	サービス提供者	この構成機関は、利用者の支払いを受けることとその対価として利用者にサービスを提供する	高速道路運用者
	利用者	この構成機関は、道路管理者(サービス提供者)によるサービスを、支払手段に応じて取り決められた契約条件に従って、利用する。利用者は、徴収エージェンを通して電子決済手段を活用し、金額の補充を行う	高速道路利用者

注 EFC: Electronic fee collection.

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

6.11 IC カード運用の枠組み

下図の枠組みにより、IC カードをタッチ&ゴーと ETC に対して共通に運用する。



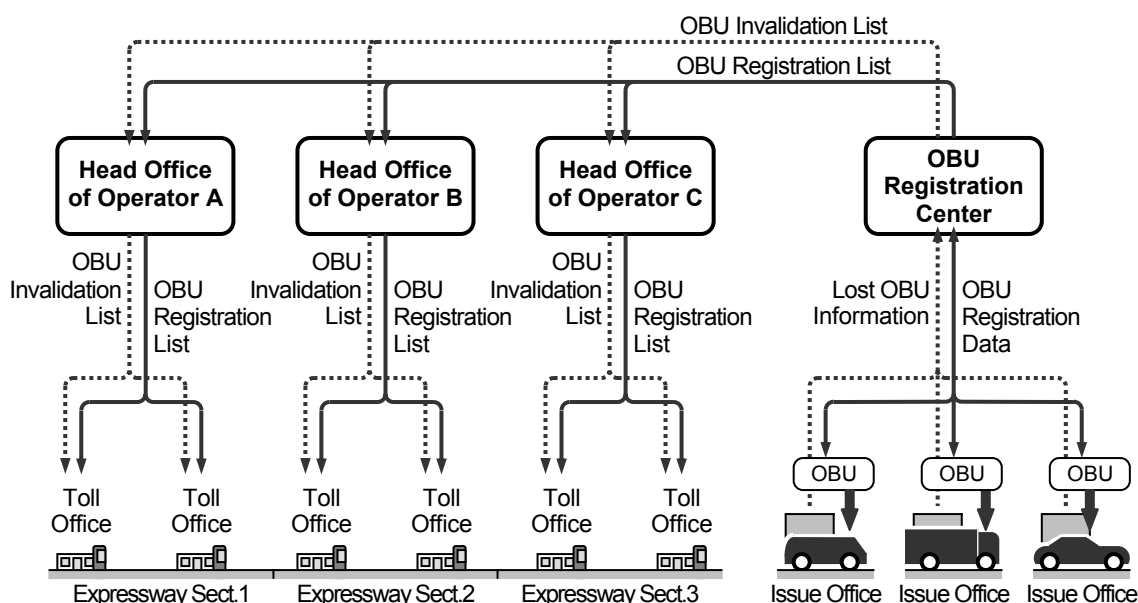
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.25 IC カード運用の枠組み

この IC カード運用の枠組みを構築するため、IC カードの発行・積増しを行う設備を都市部の銀行店舗内や高速道路沿道の事務所内に整備する必要がある。プリペイ金額と IC カード発行データは、IC カードの発行・積増しのための設備で受信し、銀行本社で集計される。銀行本社は、道路管理者から道路料金の請求額を受信し、この金額を道路管理者の口座に振り込む。さらに、銀行本社は、無効 IC カードリストを作成し、これを道路管理者に配信する。

6.12 OBU 管理の枠組み

下図の枠組みにより、OBU (On-Board Unit) を ETC で統一的に運用する。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.26 OBU 管理の枠組み

OBU 管理の枠組みを構築するため、OBU 発行事務所を統合する OBU 登録センターの設立が必要である。ここでは、発行済みの OBU の登録リストを定期的に作成し、道路管理者の本社を通して各料金事務所に配信する。さらに、紛失した OBU の情報を無効 OBU 登録リストに集約し、各料金事務所に配信する。

6.13 道路料金エンフォースメントの枠組み

1) 道路料金エンフォースメントの方針

道路料金エンフォースメントの方針は大きく以下の二つに大別される。方針 1 はアジア諸国で多く採用され、方針 2 は大米諸国で多く採用されている。本調査では、ベトナムでの一般的な罰金制度を考慮し、方針 1 を基本として検討を進める。

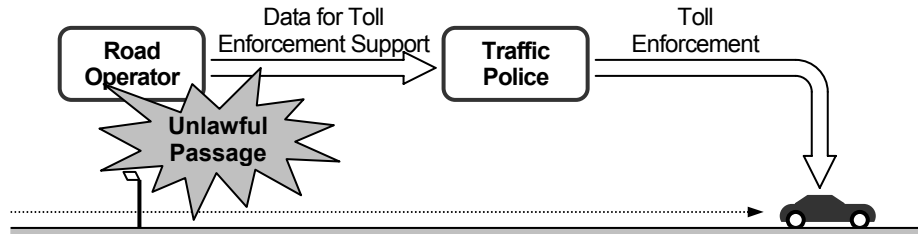
方針 1: 利用者への公平性を重視したエンフォースメント

- 一定の抑止効果をねらった比較的低額の罰金制度の導入
- 非常に高い不正通行摘発率の実現を意図した信頼性の高いシステムの導入

方針 2：必要労力の削減を重視したエンフォースメント

- 高い抑止効果をねらった高額な罰金制度の導入
- 一定の不正通行摘発率の実現を意図したシンプルなシステムの導入

実際の道路料金エンフォースメントは、下図のような道路管理者と交通警察の連携によって実現されるものとして、検討を進める。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.27 道路料金エンフォースメントの役割分担

2) 法制度の前提条件

道路料金エンフォースメントの枠組みを確保するため、以下の法制度の前提条件が ETC 導入前に整備されているものと想定する。

- 法的道路料金支払者： IC カードを OBU にセットした時に高速道路サービスを利用する意思を示したものとみなし、その所有者を法的道路料金支払者とする。IC カードを OBU にセットせずに高速道路を走行した場合には、車両の所有者が高速道路サービスを利用する際に IC カードを OBU にセットする義務があるものとし、車両の所有者を法的道路料金支払者とする。
- 追徴金： 高速道路利用料支払いにおけるミスや機器の故障を抑制するため、例えば、通常料金の 3 倍等の追徴金を導入すべきである。
- 罰金： 不正通行を抑制するため、例えば、不払い通行に対して 3 百万 VND の罰金を導入すべきである。

3) 想定ケース

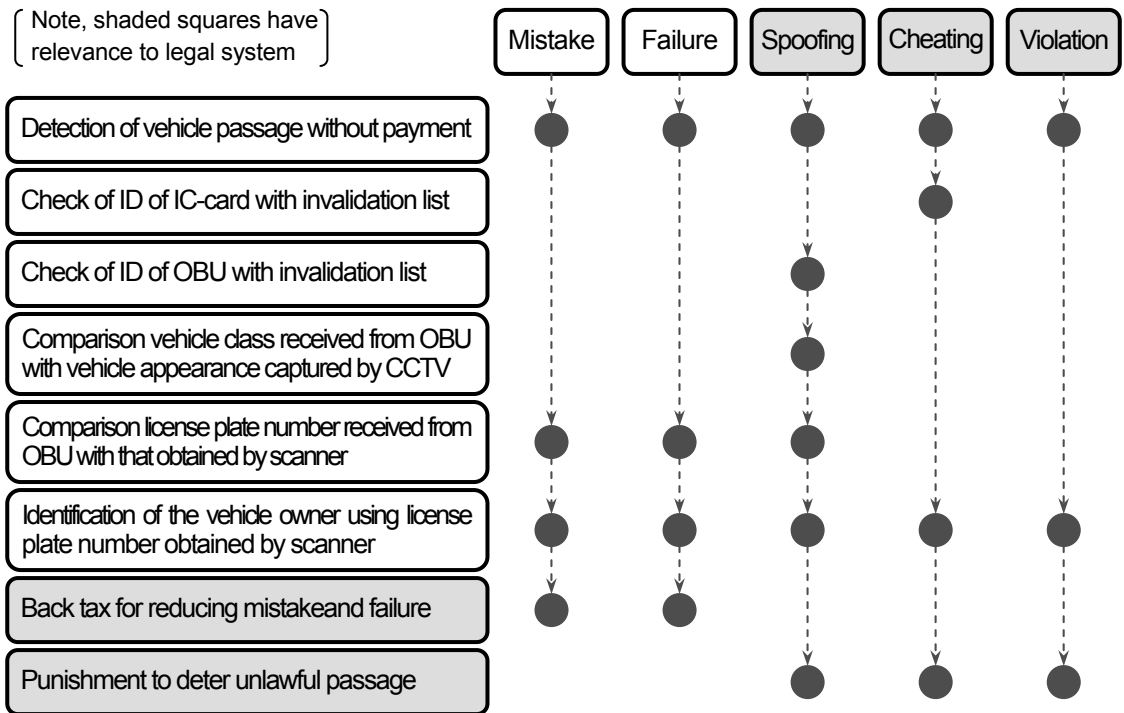
道路料金エンフォースメント手順は、以下の想定ケースに対処可能なものとする。

- 操作ミス： OBU のスイッチ入れ忘れや IC カードの残高不足の状態での通行。
- 機器の故障： OBU や IC カードの機能が不全の状態での通行。
- なりすまし： OBU の他車両への積替えや車種データの改竄による不正通行。
- 詐欺行為： IC カードの残額データや銀行口座残額の改竄による不正通行。
- 不払い通行： 適正な料金支払い手段を持たない不正通行。

4) ETC における道路料金エンフォースメント支援の手順

ETC の場合、なりすましの一部はセンサーで自動検出可能であるが、詐欺行為や不払い通行は、人手なしでは操作ミスや機器の故障との識別が困難である。道路料金エンフォースメントには、法制度を含む以下の方策が必要である。

- 不払いで通行する車両の検出
- IC カードや OBU の ID と無効リストとの照合
- OBU から得られる車両クラスと CCTV カメラで得られる車両の外観の比較
- OBU から得られる車両ナンバーと読取りで得られる車両ナンバーの比較
- 読取りで得られる車両ナンバーの車両の所有者の特定
- 操作ミスと機器の故障を抑制するための追徴金
- 不払い通行を抑制するための罰金

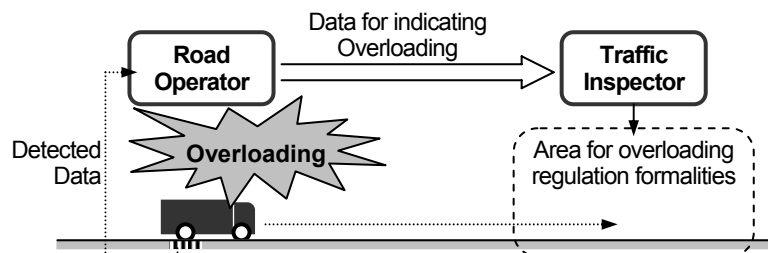


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.28 ETC の道路料金エンフォースメントサポートの方策

6.14 過積載取締りの枠組み

大型貨物車両の過積載取締りの手続きそのものは、首相決定 34/2010/ND-CP で、交通インスペクタが実施する業務として定められている。したがって、道路管理者の役割は、重量計測システムによって過積載と判定された車両とその車両の過積載の事実を示すデータを交通インスペクタに引き渡すことである。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 6.29 過積載取締りの役割分担

6.15 通信ネットワーク管理の枠組み

道路運用には階層的な通信ネットワークを設置する必要がある。その理由は、道路管理事務所と各路側装置を接続する道路区間レイヤーの光ファイバーリングが、道路の建設に合わせて道路区間ごとに整備されるのに対して、メインセンターと道路管理事務所を接続し、全体としての道路運用管理を行うためには、それらを統合するレイヤーが必要となるためである。

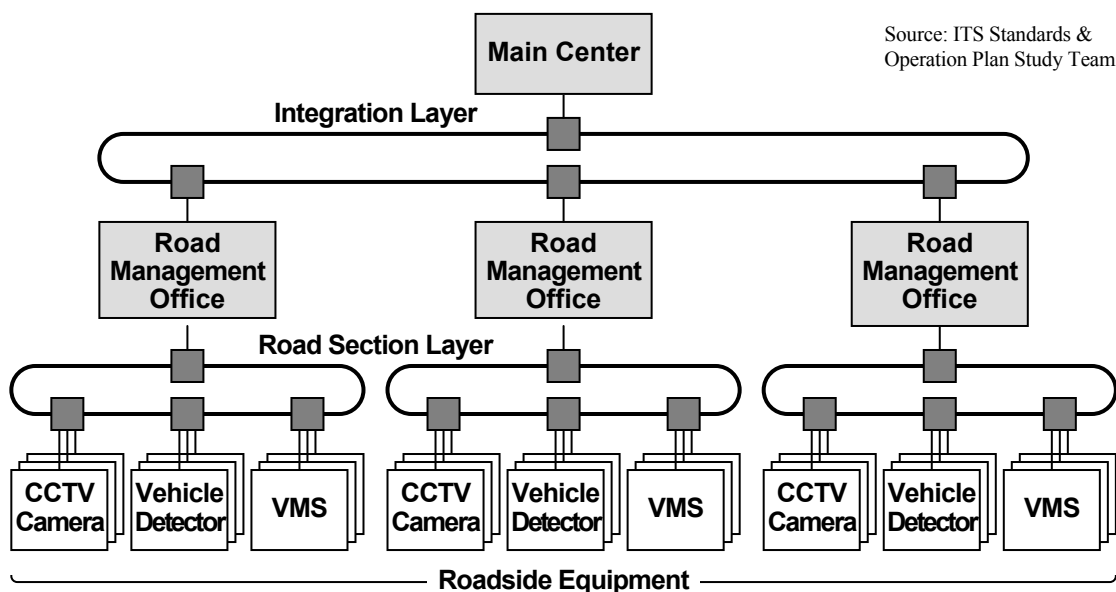


図 6.30 階層的なネットワーク・トポロジー

通信ネットワークはNMS (Network Management System) を用いて管理される。しかし、メーカーが異なる NMS の間には互換性がない。道路運用のための階層的な通信ネットワークを運用管理するために、適切な組織を立上げる必要がある。

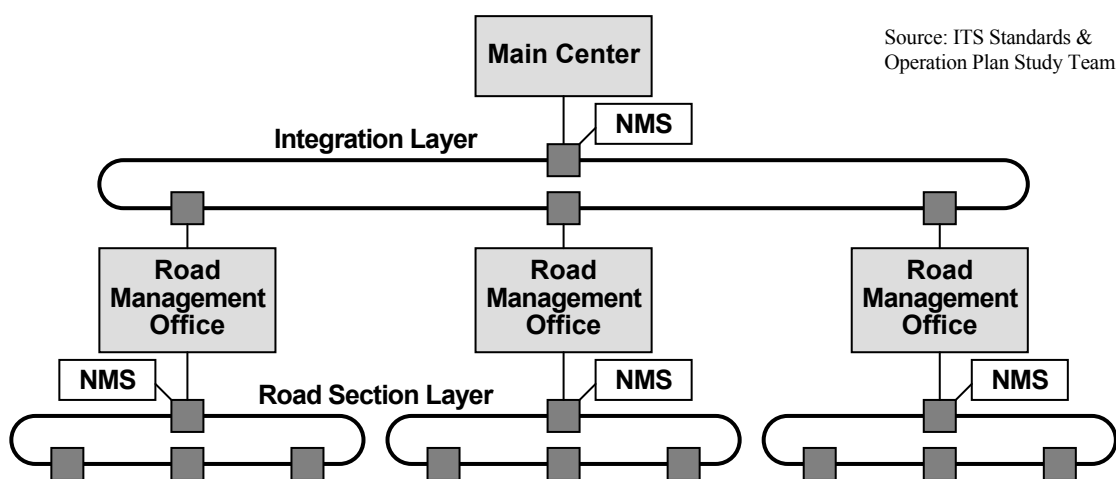
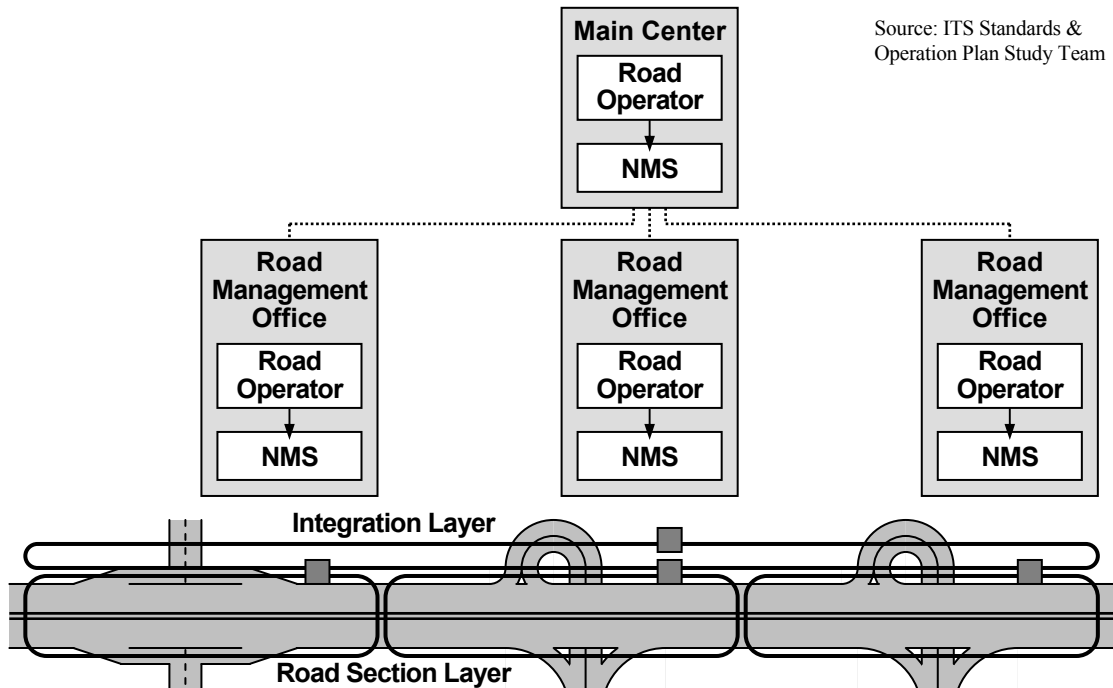


図 6.31 通信ネットワーク管理

1) ケース-1: 道路管理者による個別の管理

通信ネットワークは道路区間レイヤーと統合レイヤーで構成され、両レイヤーは

道路管理者によって個別に管理される。

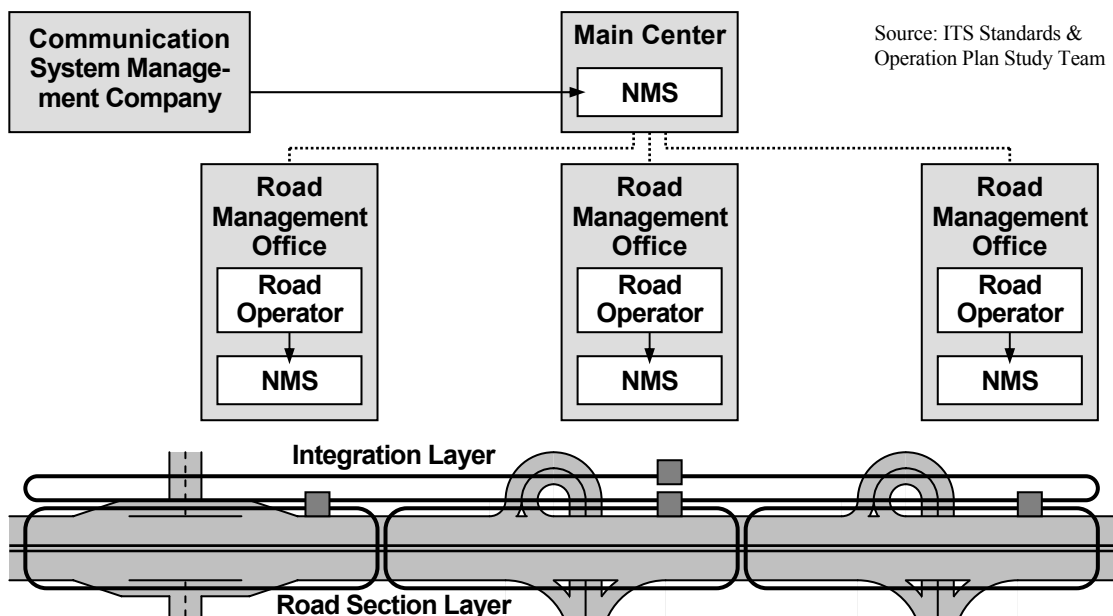


Note: Roadside layer: for connecting a road management office and pieces of roadside equipment, Integration layer: for connecting the Main Center and road management offices, NMS: Network Management System.

図 6.32 道路管理者による個別の管理

2) ケース-2: 通信システム管理会社と道路管理者による個別の管理

通信ネットワークは、道路管理者によって個別に管理される道路区間レイヤーと、通信システム管理会社によって管理される統合レイヤーで構成される。



Note: Roadside layer: for connecting a road management office and pieces of roadside equipment, Integration layer: for connecting the Main Center and road management offices, NMS: Network Management System.

図 6.33 通信システム管理会社と道路管理者による個別の管理

3) ケース-3: 通信システム管理会社による統括的な管理

通信ネットワークは道路区間レイヤーと統合レイヤーで構成され、両レイヤーは通信システム管理会社によって統括的に管理される。

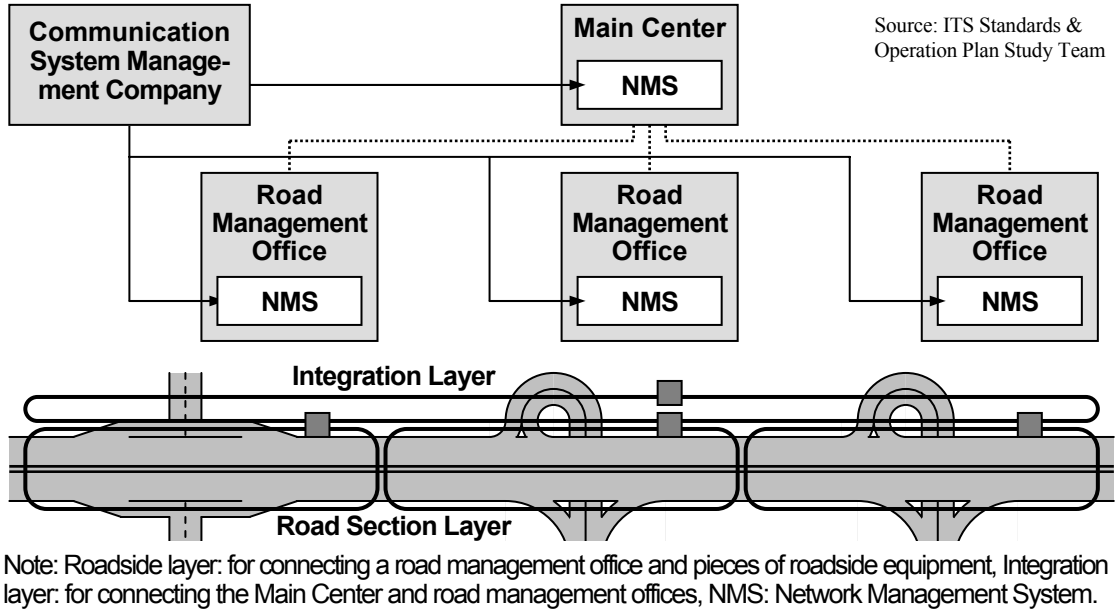


図 6.34 通信システム管理会社による統括的な管理

4) ケース-4: 通信ネットワークの間の運用

光ファイバーケーブルネットワークは、道路区間ごとに整備される。道路の未整備区間では、下図のように初期段階は一般の遠隔通信ネットワークを使って補完する。そして、道路の未整備区間の整備完了後に各リングをつなぐ形に光ファイバーケーブルを敷設する。

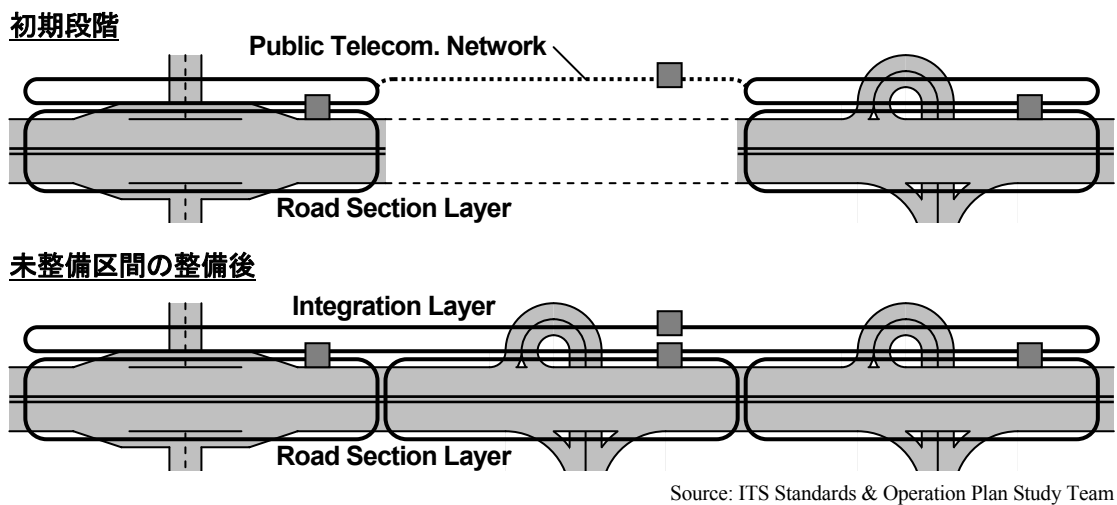


図 6.35 光ファイバーケーブルの段階的整備

6.16 無線周波数割当て

ITS では、道路管理事務所と現場のパトロール要員の情報交換や ETC の路車間のデータ交換に、無線通信を使用する。しかし、無線通信を使用するためには、特定の周波数帯の電波をその使用目的に専用に割当て、他の目的への利用を排除して、混信を防止する必要がある。

本調査で策定する ITS 技術基準案では、パトロールと ETC に以下の周波数帯・チャンネル数を割当てるとする。そのため、事前に情報通信省 (Ministry of Information and Communiaction)による周波数割当ての手続きが必要となる。

- パトロール用無線通信： UHF 帯 (3 チャンネル、VHF 帯でも可)
- ETC 用の RF-Tag： UHF 帯 (865MHz 帯・2 チャンネル以上)
- ETC 用の DSRC： マイクロ波帯 (5.8GHz 帯・2 チャンネル以上)

6.17 ITS に必要な枠組み構築の課題

本調査では、ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組みが構築されていることを前提としており、以下の課題の予め解決されているものとしている。

道路交通情報提供・管制の枠組みの課題

- (1) 交通情報提供・管制を統括的に行う一つの組織の決定 (下請け会社の立上げを含めて)。(⇒図 6.6, 6.9 参照)。
- (2) 道路管理事務所に対応した管轄区域を有する形での高速道路のための交通警察の仕組みの立上げ。(⇒図 6.10, 図 6.11 参照)。

道路料金自動收受の枠組みの課題

- (3) 高速道路料金額計算のための車種区分の決定。(⇒表 6.2 参照)。
- (4) 道路管理者(元請)ごとに道路料金の決済を行うことの決定。(⇒図 6.6, 図 6.20 参照)。
- (5) 高速道路料金收受のための IC カードを発行する銀行の決定 (2 行以上の場合にはクリアリングセンターの設立が必要)。(⇒表 6.7, 図 6.22, 図 6.23, 図 6.24 参照)。
- (6) 道路管理者からの道路料金請求額と交通量の照査を行う一つの組織の決定 (高速道路料金の決済を公正で信頼性の高いものにするため)。(⇒図 6.24 参照)。
- (7) OBU の登録管理を担当する一つの組織の決定 (新規立上げを含めて)。(⇒図 6.26 参照)。
- (8) 道路料金支払いにおける操作ミス・機器故障の抑制のための課徴金制度、不正通行の抑制のための罰金制度の確立。(⇒6.13 節参照)。

過積載取締りの枠組みの課題

- (9) 過積載取締りにおける組織間（道路管理者と MOT 交通インスペクタ）の役割分担の決定。（⇒6.14 節参照）。

通信システムの枠組みの課題

- (10) 通信ネットワークの管理を統括的に行う一つの組織の決定（通信サービス会社の立上げを含めて）。（⇒表 6.1, 図 6.6, 図 6.32, 図 6.33 参照）。
- (11) ITS に使用する無線通信に必要・十分な周波数割当ての決定。（⇒6.16 節参照）。

表 6.9 ITS に必要な枠組み構築の主な課題

主な課題	所管省庁
(1) 交通情報提供・管制を統括的に行う一つの組織の決定（下請け会社の立上げを含めて）	交通運輸省
(2) 道路管理事務所に対応した管轄区域を有する形で の高速道路のための交通警察の仕組みの立上げ	公安省（道路・鉄道警察局）
(3) 高速道路料金計算のための車種区分の決定	財務省、交通運輸省（資金調達局、道路管理総局）
(4) 道路管理者（元請）ごとに道路料金の決済を行うこと の決定	交通運輸省、ベトナム国立銀行
(5) 高速道路料金収受のための IC カードを発行する 銀行の決定（2 行以上の場合にはクリアリングセ ンターの設立が必要）	ベトナム国立銀行
(6) 道路管理者からの道路料金請求額と交通量の照 査を行う一つの組織の決定（高速道路料金の決済 を公正で信頼性の高いものにするため）	財務省、交通運輸省
(7) OBU の登録管理を担当する一つの組織の決定 （新規立上げを含めて）	交通運輸省（ベトナム登録局）
(8) 道路料金支払いにおける操作ミス・機器故障の抑 制のための課徴金制度、不正通行の抑制のための 罰金制度の確立	財務省、交通運輸省（資金調達局）
(9) 過積載取締りにおける組織間（道路管理者と交通 運輸省交通インスペクタ）の役割分担の決定	交通運輸省
(10) 通信ネットワークの管理を統括的に行う一つの 組織の決定（通信サービス会社の立上げを含めて）	交通運輸省、情報通信省
(11) ITS に使用する無線通信に必要・十分な周波数 割当ての決定	情報通信省（無線周波数管理総局）、 交通運輸省

Note, 交通運輸省: MOT (Ministry of Transport), 公安省: MOPS (Ministry of Public Security), 財務省: MOF (Ministry of Finance), 情報通信省: MIC (Ministry of Information & Communication)

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

7. システムの基本方針の選択

本章では、以下の ITS に関する基本方針について、高速道路の運用管理への適用性の観点から検討した。

- CCTV カメラの配置
- 車両検知器の配置
- 非接触 IC-Card タイプ
- プリペイ残高の確認
- 料金所車線の配置
- ETC 用路車間通信方式
- 軸重計測装置の配置
- 路側装置制御の統合化
- 伝送方式

7.1 CCTV カメラの配置

1) 事故処理の手順

CCTV カメラは、高速道路上で多様な目的に使用されることが考えられるが、意図する目的を明確にし、それに合わせた場所や方法で設置する必要がある。本章では、事故の識別に焦点を当てて、CCTV カメラについての検討を行う。

高速道路上での事故処理は、下図の手順で行われるのが一般的である。

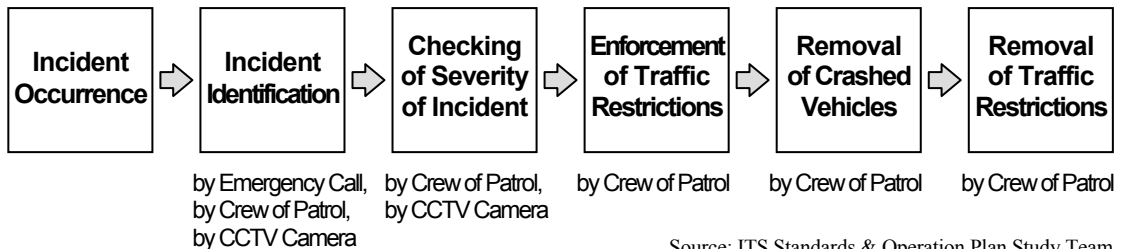


図 7.1 事故処理の手順

図に示すように、CCTV カメラは、事故発生の確認と事故の重大性の確認にのみ有効である。交通規制の実施・解除や事故車両の撤去については、パトロール要員による対応が必要である。したがって、CCTV カメラが高速道路上に設置されていた後も、事故発生に対処するためには十分な数の要員と車両が必要である。

このような理由から、事故発生の確認と事故の重大性の確認に焦点を当てて、CCTV カメラの有効性についての検討を行う。

2) CCTV カメラの設置・運用方針

CCTV カメラの事故情報への活用については、以下の設置・運用方針が想定される。

- **方針 1:** 高速道路上の全ての地点での事故の発生を、パトロールや旋回・ズームの煩雑なマニュアル操作を行うことなしに、CCTV カメラで発見する。
- **方針 2:** 高速道路上の全ての地点での事故の発生を、電話で最初に確認した後、旋回・ズームのマニュアル操作を行うことにより、CCTV カメラで事故の重大性を確認し、それに基づいてパトロール派遣の優先順位付けを行う。
- **方針 3:** 事故によって交通がスタックし易い高速道路上のボトルネック箇所での事故の発生を、パトロールや旋回・ズームの煩雑なマニュアル操作を行うことなしに、CCTV カメラで発見する。高速道路上の他の場所での事故の発生については、パトロールにより発見する。

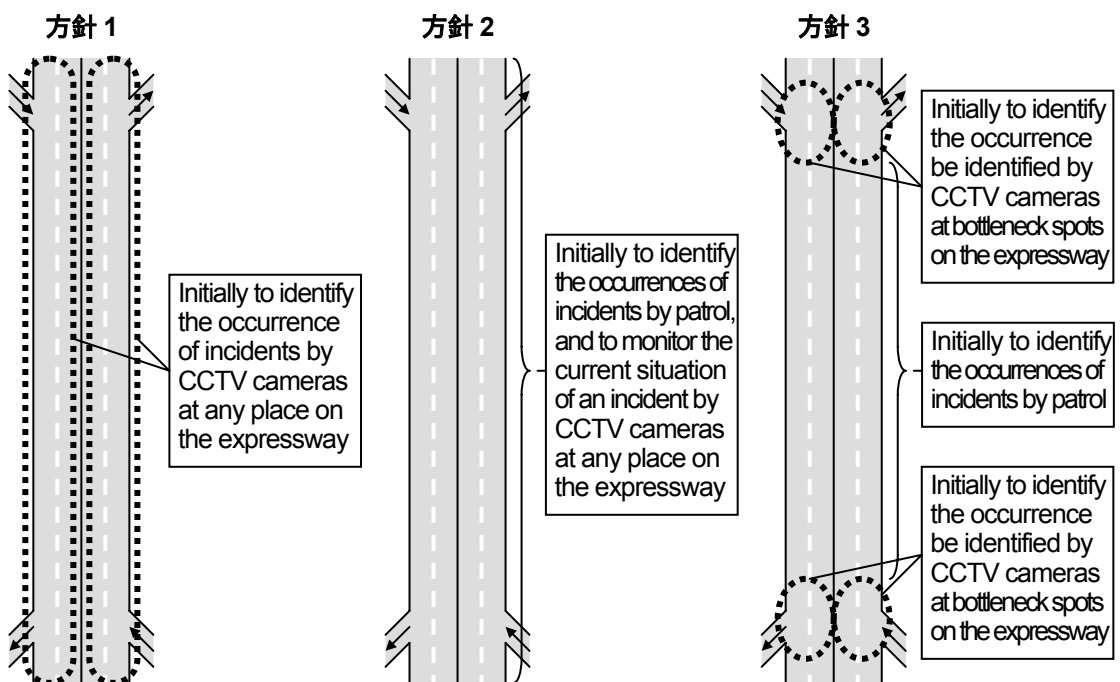


図 7.2 CCTV カメラの設置・運用方針

3) CCTV カメラの配置要件

それぞれの設置・運用方針に対する CCTV カメラの配置要件は、以下の計算に基づいて検討される。

水平解像度: 一般的な視力の者は、ランドルト環の 1.5mm の隙間を 5m の距離から認識できる。したがって、求められる水平解像度の値は、以下の式から算出される。

$$HR = \frac{0.75}{B} \frac{5}{d}$$

ここで、B: 監視画面の幅 (20 インチ画面に対して 406.4 mm の拡散、または 50 インチ画面で 1016.0 mm と仮定)、0.75: 監視画面の縦横比 (この値はイメージセンサーの縦横比と合致する必要がある)、d: オペレータと画面の距離 (3 m と仮定)

監視の最大範囲: 1.5 m 幅の車両をオペレータが認識するため、その車両が 4 ライン

(4.8 mm の大きさ)を使用し、画面に鮮明に映っている必要がある。したがって、運用センターにある 20 インチ画面に映るべき車体画像の最小サイズは、以下の式から算出される。

$$V = 4 \frac{B}{HR}$$

CCTV カメラは、十分な被写界深度の広角レンズを使用することによって、走行する車の映像を高画質で提供する。この要求から、監視の最大範囲が以下の式により算出される。

$$L = f \frac{V}{V'} \frac{B}{0.95b}$$

ここで b: イメージセンサーのサイズ (1/2 インチのイメージセンサーに対して 6.5 mm と仮定)、0.95: 全体スキャンの比率、V: 実際の車体の幅 (1500 mm と仮定)、V': 画面上に映し出された車体の幅、f: CCTV カメラのレンズの焦点距離(3.8 mm ~ 8.0 mm と仮定)

鉛直の死角範囲: 同一の条件下で、鉛直の死角範囲は以下の式によって示される。

$$L = f \frac{H}{0.95h}$$

ここで H: カメラの取付け位置の高さ (6.5 m と仮定)、h: イメージセンサーの垂直の長さ(1/2 インチのイメージセンサーに対して 4.85 mm と仮定)。

表 7.1 監視の最大範囲の算出結果



モニタ画面のサイズ	要求される水平解像度	レンズの焦点距離	監視の最大範囲	鉛直の死角範囲
20 inches	339 lines	3.8 mm	78.2 m	5.3 m
		8.0 mm	164.5 m	11.2 m
		76.0 mm **	1563.1 m	--
		160.0 mm ***	3290.7 m	--
50 inches	847 lines	3.8 mm	195.4 m	5.3 m
		8.0 mm	411.3 m	11.2 m
		76.0 mm **	3907.7 m	--
		160.0 mm ***	8226.7 m	--
100 inches	847 lines	3.8 mm	390.8 m	5.3 m
		8.0 mm	833.7 m	11.2 m
		76.0 mm **	7815.4 m	--
		160.0 mm ***	16453.4 m	--

注) **: 3.8 mm レンズで 20 倍ズームした焦点距離, ***: 8.0 mm レンズで 20 倍ズームした焦点距離

(1) 方針 1 に対応した CCTV カメラ配置

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

方針 1 の場合には、CCTV カメラを高速道路に沿って連続的に配置する必要がある。これにより、CCTV カメラを手動で旋回・ズームすることなく、事故発生を発見できるようにする必要がある。例えば、高速道路上にカメラを一直線に配置して 20 インチ画面で監視するものと仮定すれば、焦点距離 8mm のレンズの CCTV カメラを 165m 間隔で設置する必要がある。50 インチ画面の使用を想定した場合でも、CCTV カメラを 410m の間隔で設置する必要がある。

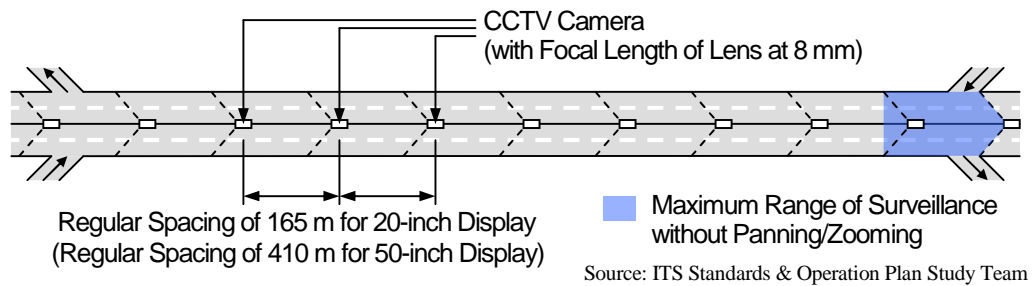


図 7.3 高速道路に沿って短い間隔で連続的な CCTV カメラ配置

(2) 方針 2 に対応した CCTV カメラ配置

方針 2 の場合には、CCTV カメラを高速道路に沿って連続的に配置し、CCTV カメラを手動でのカメラの旋回・ズームさせることにより、事故の重大性を確認できるようにする必要がある。前掲の表に示したように、高速道路を完全な直線と仮定した場合には、カメラの旋回・ズームを組み合わせることにより、2 つのカメラに挟まれた 2km の区間を 20 インチ画面を用いて監視することができる。50 インチ画面を使用する場合には、2km の区間をズーム機能のみで監視することができる。

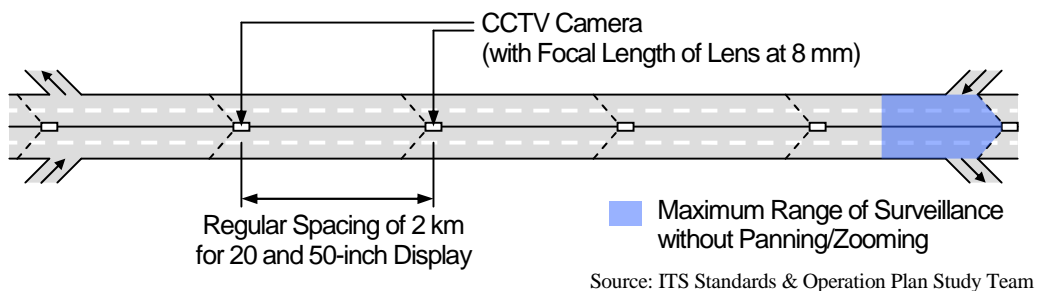
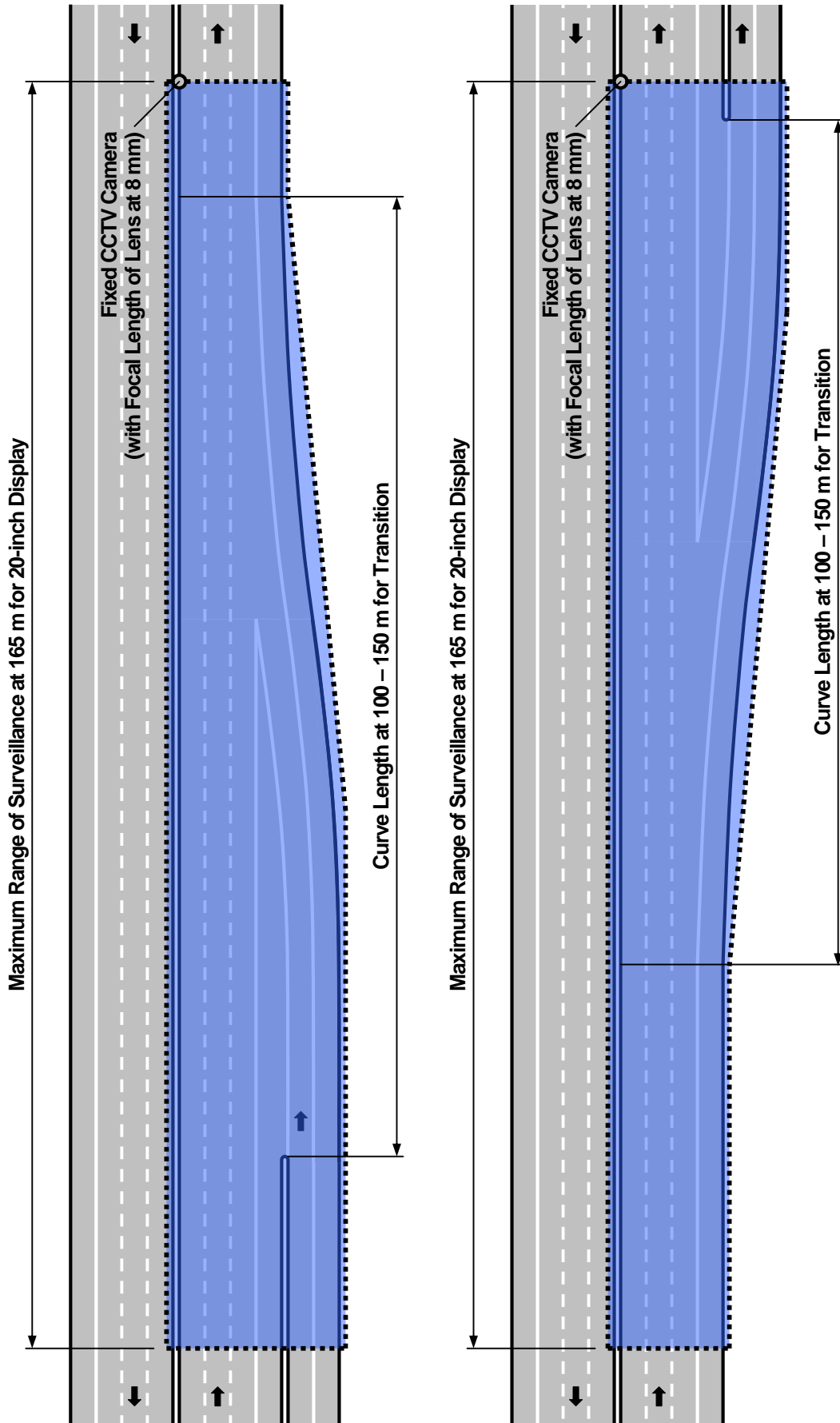


図 7.4 高速道路に沿って連続的な CCTV カメラ配置

(3) 方針 3 に対応した CCTV カメラ配置

方針 3 の場合には、CCTV カメラを高速道路上のボトルネック箇所に配置する必要がある。これにより、CCTV カメラを手動で旋回・ズームすることなく、事故発生を発見できるようにする必要がある。前掲の表に示したように、焦点距離 8mm のレンズを使用した CCTV カメラの監視の最大距離は約 165m である。したがって、次図に示すように、CCTV カメラは道路の拡幅区間を包含して監視できるように合流地点と分岐地点に設置する必要がある。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.5 高速道路上のボトルネック箇所への CCTV カメラ配置

4) 設置・運用方針の比較

CCTV カメラの3つの設置・運用方針の長所・短所は下表のように整理できる。

表 7.2 CCTV カメラの設置・運用方針の長所・短所

		方針 1	方針 2	方針 3
パトロールなしでの CCTV カメラによる事故発生の発見	高速道路上の全ての場所	可	非実用的	不可
	高速道路上のボトルネック箇所	可	非実用的	可
パトロールで事故発生を発見した後の CCTV カメラによる事故の重大性の確認	高速道路上の全ての場所	可	可	不可
	高速道路上のボトルネック箇所	可	可	可
ヒューマンエラーを減らすための画像認識の適用		可	不可	可
各道路管理事務所に必要な監視画面の数*		40	8	5
高速道路 1000km 当たりのシステム整備コスト (単位: 100 万ドル)	カメラを含む路側装置	17.81	4.10	1.96
	画面を含む中央装置**	1.82	0.32	0.18
	合計	19.63	4.42	2.14
ベトナムの高速道路建設における事例		なし	HCMC – Trung Luong	HCMC – Long Thanh – Dau Giay
評価		不適	推奨	適用可

注) *: 画像の切り替えにより 1 台の画面でカメラ 5 台分の映像を監視できるものと仮定、 **: 1000 km 当たりメインセンター1ヶ所と道路管理事務所 12.5ヶ所が建設されるものと仮定、 ***: 50 インチ画面を使用した場合の最小コスト、 ****: 20 インチ画面を使用した場合の最小コスト

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

上の比較表に示すように、方針 1 はシステムの整備に非常に高いコストを必要とするため、不適當である。方針 3 では、整備コストの抑制が可能であるが、ボトルネック箇所以外での事故発生時に全く機能しないことが問題となる。

方針 2 は、大雨の場合や夜間にカメラで車両のテールランプしか捉えられない場合に難点が残るが、高速道路の任意地点で発生した事故の重大性を確認するのに有効であり、事故発生頻度に対して不足することが予想されるパトロール要員の派遣の最適化に有効である。したがって、本比較により、事故情報を活用する上で方針 2 が推奨される。

5) 事象検知用 CCTV カメラに関する比較

(1) CCTV カメラ配置の方針 2-1

方針 2-1 では、監視用の PTZ-CCTV カメラに加えて、事象検知用の固定 CCTV カメラを設置する。

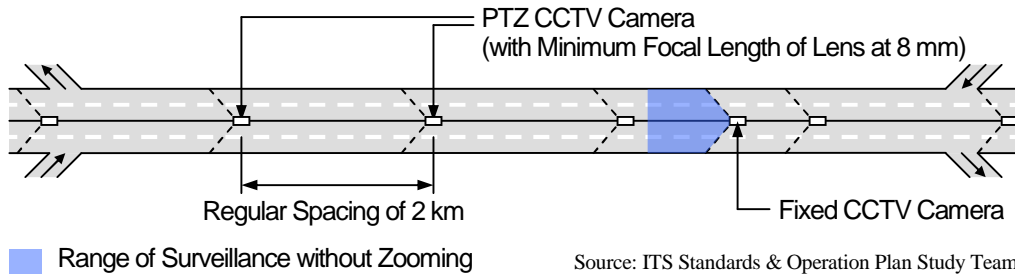


図 7.6 事象検知のための固定 CCTV カメラの追加配置

(2) CCTV カメラ配置の方針 2-2

方針 2-1 では、高解像度画像センサーとズームソフトウェアを装備した監視と事象検知兼用の固定 CCTV カメラを、高速道路に沿って連続して設置する。

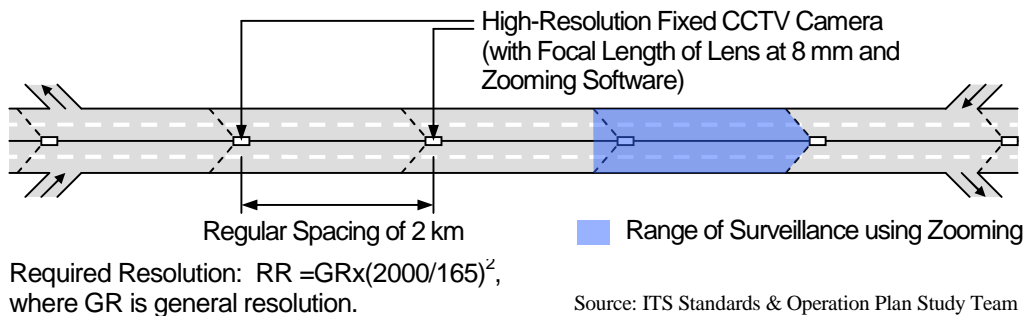


図 7.7 事象検知のための高解像度固定 CCTV カメラの追加配置

下の比較表に示すように、方針 2-2 は高いコストを要するため、事象検知には方針 2-1 が推奨される。

表 7.3 事象検知用 CCTV カメラ配置方針の比較

		方針 2-1	方針 2-2
悪天候下での信頼性 (強雨・高温舗装面・夜間など)		高	低 (遠距離に対して)
高速道路 1000 km 当たりのシステム整備コスト (単位: 100 万ドル)	カメラを含む路側装置	3.9	18.0
	ズームを含む画像認識ソフト	2.1	270.0
	合計	6.0	288.0
維持管理コスト		中	低
評価		推奨	不適

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

7.2 車両検知器の配置

1) 車両検知器の設置目的

車両検知器は、高速道路上で幾つかの異なる目的に使用される。しかし、目的によって設置する場所や条件を変える必要がある。

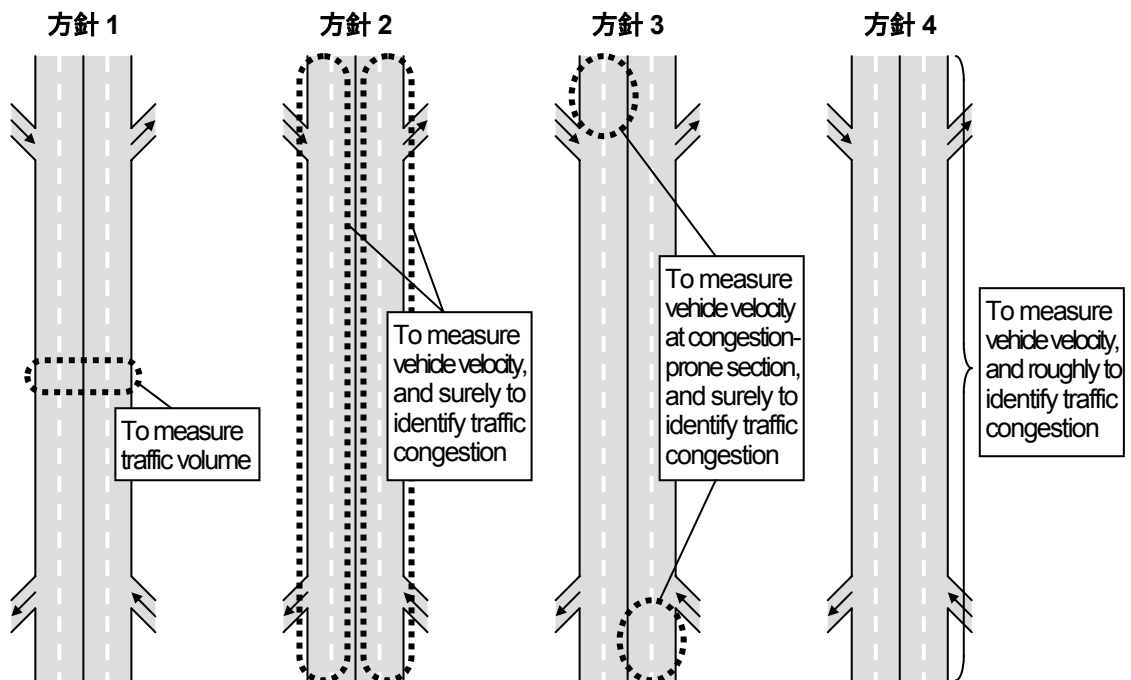
本調査では、以下の目的に着目して車両検知器の活用についての検討を行う。

- 交通量の計測
- 車両走行速度の計測
- 渋滞の検知
- 大型車両に関する所値の計測

2) 車両検知器の設置・運用方針

車両検知器の高速道路管理への活用については、以下の設置・運用方針が想定される。

- 方針 1：高速道路上のインターチェンジ間の交通量を計測する。
- 方針 2：高速道路上の全ての区間で車両走行速度を計測し、渋滞発生を精度良く検出する。
- 方針 3：高速道路上の渋滞多発箇所で車両走行速度を計測し、渋滞発生を精度良く検出する。
- 方針 4：高速道路上の全線で車両走行速度を計測し、渋滞発生を大まかに検出する。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.8 車両検知器の設置・運用方針

2) 車両検知器の配置

(1) 方針 1 に対応した車両検知器配置

方針 1 の場合には、高速道路上のインターチェンジ間の交通量を計測するために、車両検知器を 2 つのインターチェンジの中間点に設置する必要がある。

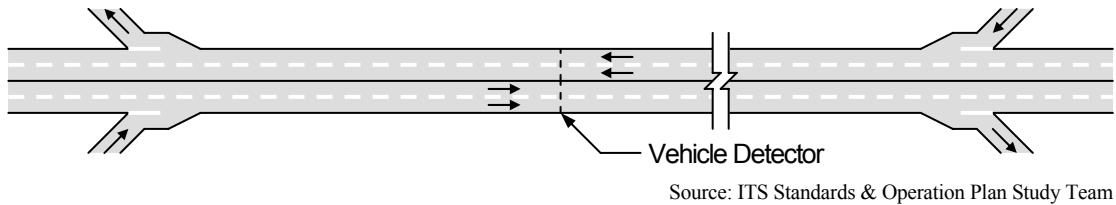


図 7.9 2 つのインターチェンジの中間点への車両検知器の配置

(2) 方針 2 に対応した車両検知器配置

方針 2 の場合には、高速道路上の全地点で車両走行速度を計測し、渋滞発生を精度良く検出するために、車両検知器を高速道路上に短い間隔（例えば 500m）で連続的に配置する必要がある。

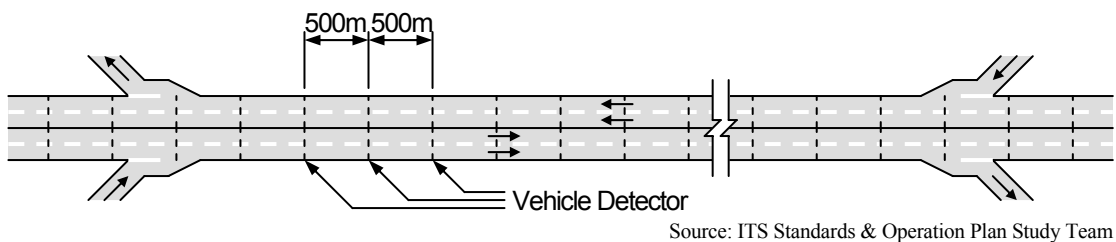


図 7.10 高速道路に沿って短い間隔で連続的な車両検知器の配置

(3) 方針 3 に対応した車両検知器配置

方針 2 の場合には、高速道路上の渋滞多発箇所（渋滞多発箇所）で車両走行速度を計測し、渋滞発生を精度良く検出するために、車両検知器を該当する道路区間に狭い間隔（例えば 500m）で連続的に配置する必要がある。

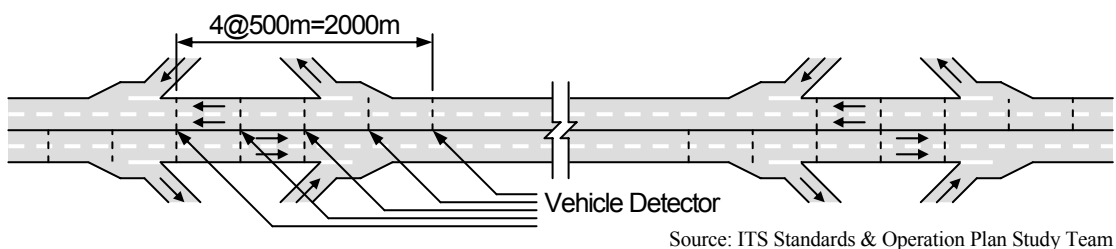
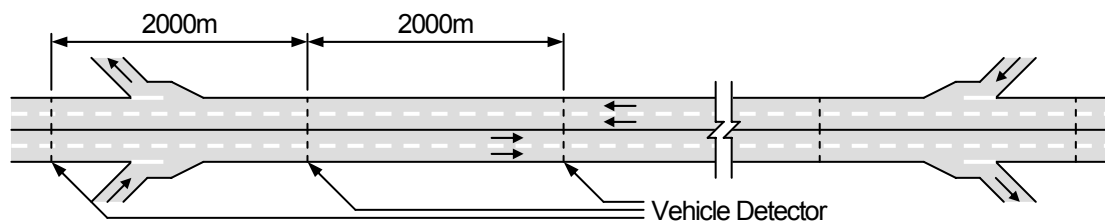


図 7.11 高速道路上の渋滞多発箇所への車両検知器の配置

(4) 方針 4 に対応した車両検知器配置

方針 4 の場合には、高速道路上の全地点で車両走行速度を計測し、渋滞発生を大まかに検出するために、車両検知器を高速道路に沿って連続的に配置する必要がある。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.12 高速道路に沿った連続的な車両検知器の配置

3) 設置・運用方針の比較

車両検知器の 4 つの設置・運用方針の長所・短所は下表のように整理できる。

表 7.4 車両検知器の設置・運用方針の長所・短所

		方針 1	方針 2	方針 3	方針 4
道路区間の交通量の計測		可	可	可	可
渋滞の検出	高速道路上の全ての区間	不可	可 (QL=0.5-1km)	不可	可 (QL>2km)
	高速道路上の渋滞多発区間	不可	可 (QL=0.5-1km)	可 (QL=0.5-1km)	可 (QL>2km)
高速道路 1000km 当たりのシステム整備コスト (単位: 100 万ドル)	路側装置	0.8 ^{**}	120 ^{**}	3.8 ^{**}	30 ^{**}
	センター装置	0.2	0.2	0.2	0.2
	合計	1.0	120.2	4.0	30.2
ベトナムの高速道路建設における事例		多数	なし	Cau Gie – Ninh Binh	HCMC – Long Thanh – Dau Giay, HCMC – Trung Luong
評価		交通量により適用可	不適	推奨	交通量により適用可

注) QL: 検出可能な最小の車両滞留長、**: 画像認識タイプの場合の数値。

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

方針 1 は交通量の計測のみを実現するものであり、交通量の少ない区間には適用可能であるが、それ以外の区間では道路利用者へのサービスとして不十分である。また上表に示すように、方針 2 は非常に高いシステム整備コストを必要とするため不相当である。方針 4 はコストが高く、交通量が多く区間全体で渋滞発生のある場合に限って適用可能である。




したがって、この比較の結果から、高速道路上の渋滞多発区間への車両感知器の設置を前提とした方針 3 が、渋滞情報を活用する上で推奨される。

4) 車両検知器の比較

下記の3種類の車両検知器が比較の対象となる。

- **ループコイルタイプ**：ループコイルタイプは、電磁誘導により車両の通過を検出する方式である。車両台数を比較的高い精度でカウントすることができる。ただし、橋梁区間では、鉄製品とループコイルの間の離隔確保が難しいため、設置が困難である。
- **超音波タイプ**：超音波タイプは、発射した超音波の路面からの反射波と、路上対象物からの反射波の到達時間の差から、車両の通過を検出する方式である。車両台数を比較的高い精度でカウントすることができる。ただし、この方式では、車両とそれ以外の路上対象物の識別は困難である。
- **画像認識タイプ**：画像認識タイプは、ビデオカメラで撮影した画像から、予め設定された寸法や速度に基づいて移動体を検出する方式である。画像認識は、目視によって認識する場合よりも、高品質の画像を用いて行われる。検出した車両の台数もシステムによりカウントされる。

表 7.5 車両検知器の方式比較

	a) ループコイルタイプ	b) 超音波タイプ	c) 画像認識タイプ
概要			
設置	鉄製品から十分な離隔を確保して埋設	道路の建築限界を確保して構造物に取付け	見通しを確保して堅固な構造物に取付け
適さない場所	橋梁区間	なし	なし
整備コスト	低	中	高
車線を守らない交通への適用性	不可	不可	可
目視による判断の併用	不可	不可	可
耐久性	中	高	中
保守	熱などによる機械的損傷の場合に路上作業が必要。	非常に稀であり、かつ路上作業は不要。	路上作業は不要。
評価	適用可	適用可	適用可

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

7.3 非接触 IC-Card タイプ

13.56 MHz を使用するコンタクトレス IC カードには、次の 3 種類がある。

- タイプ A (改良型のタイプ A+Mifare などを含む)
- タイプ B
- フェリカ

コンタクトレス IC カードの各タイプの長所と短所は下表のように整理でき、ベトナムの ETC およびタッチ&ゴーにはタイプ A (Mifare) が推奨される。

表 7.6 コンタクトレス IC カードの仕様の比較

		タイプ A (Mifare)	タイプ A	タイプ B	フェリカ
通信速度		> 106kbps (改良型についてはその種類による)	> 106kbps	106kbps	212kbps
国際標準	ISO 14443	準拠	準拠	準拠	非準拠
	ISO 18092	準拠	準拠	非準拠	準拠
暗号化法	RSA	摘要可	摘要可	摘要可	摘要可
	AES	摘要可 (改良型についてはその種類による)	摘要可	摘要可	適用不可
通信での衝突防止手法		Bit Collision /or/ Time Slot method	Bit Collision /or/ Time Slot method	Slot Marker method	Bit Collision /or/ Time Slot method
交通分野での利用実績		アジア・欧州 (ベトナムのガソリン料金支払い)	アジア・欧州	欧州	アジア (ベトナムの地下鉄料金支払い)
競争関係にあるサプライヤ		少数	多数	多数	少数
製品コスト		低	低	中	高
評価		推奨	適用可	適用可	比較に値する

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

(1) 通信速度

フェリカは他に比べて優位である。フェリカは他のシステムに比べて約 2 倍の通信処理速度となっている。

(2) 国際標準

非接触 IC カードの国際規格は ISO/IEC1443 と 2003 年に規格化された ISO/IEC 18092 がある。

ISO/IEC18902 では 13.56MHz の電波を用い、同チップを搭載した機器を 10 センチ程度に近づけると相互に認識しあい、データ通信が可能になる。通信速度は

106K/212K/424Kbps から選択できる。

ISO/IEC18092 は機器間通信の規格のため、物理形状を特定していない。そのため、自由な形状を採用することが可能である

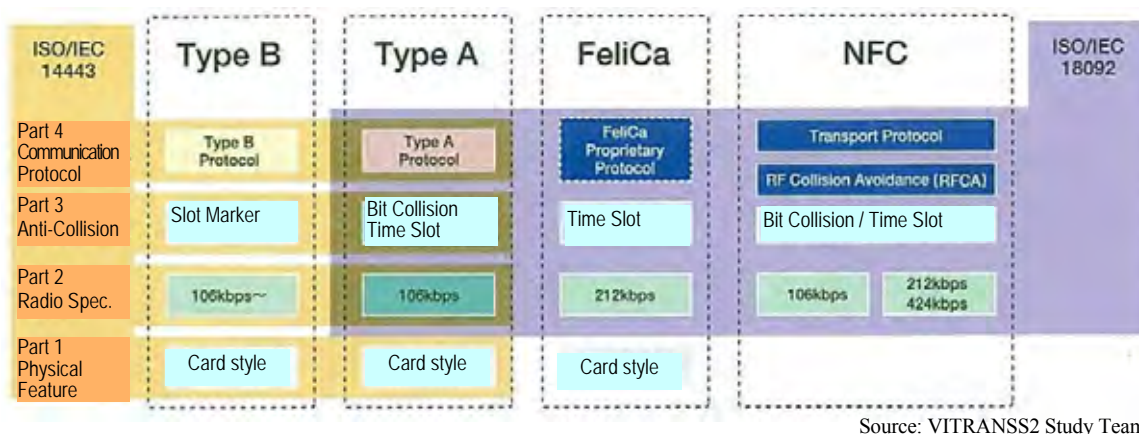


図 7.13 ISO/IEC14443 および ISO/IEC18092 との関係

(3) 暗号化法

暗号化法には様々な種類がある。RSA と AES は世界中でかなり使われている。

- RSA: RSA とは公開鍵暗号の一つである。RSA は桁数の多い公開鍵であることで安全性が高いと言われていることから、電子商取引に良く使われており、最新の方式である。
- AES: AES (the Advanced Encryption Standard)は、米国政府が採用した対称鍵暗号化標準です。AES 暗号は広範囲に分析された上で、現在は世界中で使用されており、暗号化処理は RSA よりも短時間に可能である。

タイプ A には幾つもの種類があり、Mifare classic、Mifare Plus、Mifare Desfire などのタイプが存在する。しかしながら、Mifare classic については安全性の高い暗号方式を使うことが出来ないことから、安全上の問題があることが報告されている。

(4) 通信での衝突防止手法 (多重処理)

衝突防止とは、リーダ/ライタの読み書き可能エリア内に複数のカードが存在した場合に、それぞれのカードを個別に処理する方法である。処理方法として主に 3 つの異なる方式が存在している。

- タイムスロット方式：リーダ/ライタ側からの要求に対し、カードがそれぞれ乱数を生成し、IC カードはその乱数に応じた時間にレスポンスを返す。リーダ/ライタはそのレスポンス時間で IC カードを識別する。
- ビットコリジョン方式：カードからのユニークな応答に対してビットごとの“1”や“0”の重なり具合で判断する方式で、リーダ/ライタはビットの重複が無い限りは認識可能である。

- スロットマーカ方式：リーダー/ライターが乱数 1 つ 1 つを順に問い合わせしていく方式である。

表 7.7 衝突防止手法

名 称	特 徴
タイムスロット方式	リーダー/ライターからのリクエストが初めの 1 回で済むため、トランザクション回数が少ない。
ビットコリジョン方式	全てのビット列で判定する必要があるため、時間を要する。
スロットマーカ方式	順に問い合わせるため、時間を要する。

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

(5) 交通分野での利用実績

アジア地域

アジアは、中国・香港のオクトパスカードやシンガポールの ez-link の普及状況は世界的な先進事例のひとつである。

韓国・ソウルは 2004 年 7 月に都市交通システムの見直しに伴い、新しいコンセプトの「T-マネー」カードの導入を図っている。経済発展が著しい中国も、深セン、広州、上海、大連など有力な非接触 IC 交通カードプロジェクトが推進されている。

アジア地域ではタイプ A かフェリカの適用が比較的多く見られる

欧州地域

欧州地域では、ドイツのゲルトカルテ、デンマークのダンモント、ベルギーのプロトン、フランスのモネオ、オランダのチップニップ等の“コインレス”を目的とし、デビッドカード（ATM カード）に搭載される形で広く普及している。

フランス、イタリア、ポルトガル、ドイツの交通事業者は、接触・非接触 IC カードの導入や、接触 IC カードを非接触に変換する BOX 端末の導入を検討。

欧州地域ではタイプ A とタイプ B が多く見られる。

(6) 競争関係にあるサプライヤ

タイプ A + Mifare とフェリカは限られたサプライヤだけが供給しており、詳細な仕様は開発企業により非公開とされている。

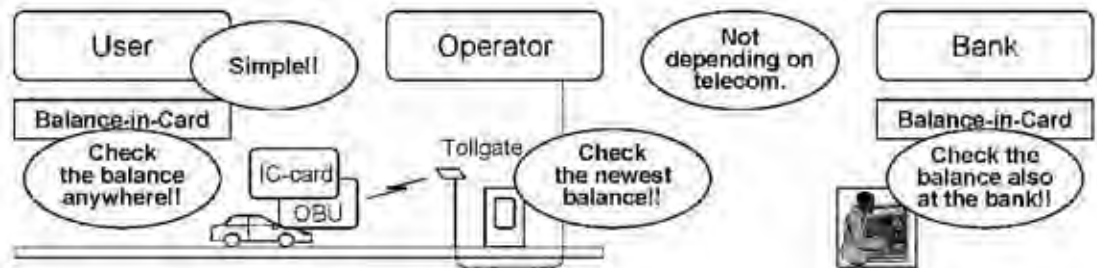
(7) 製品コスト

タイプ A は他に比べて優位である。タイプ A（特に Mifare Classic）は他に比べて最も安く、次いでタイプ B となっている。フェリカが最もコストが高い。

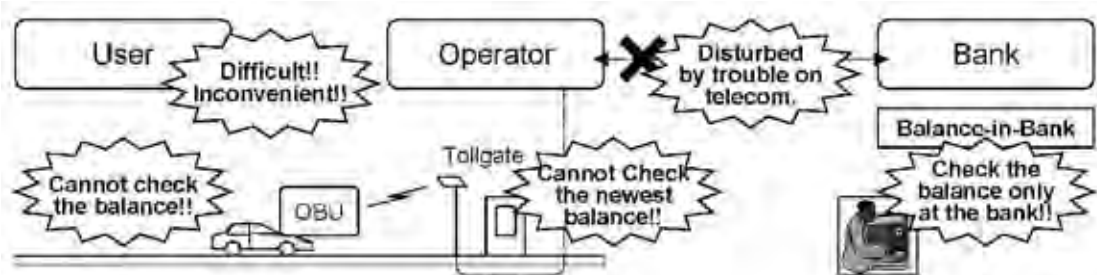
7.4 プリペイ残高の確認

プリペイ残高は Prepaid-balance-in-card と Prepaid-balance-in-bank の 2 つの異なる方法で確認できる。Prepaid-balance-in-card では利用者が任意の場所で残高を確認できるのに対して、Prepaid-balance-in-bank では残高の確認は銀行に限られる。この理由により、ETC やタッチ&ゴーには Prepaid-balance-in-card が推奨される。

Prepaid-Balance-in-Card



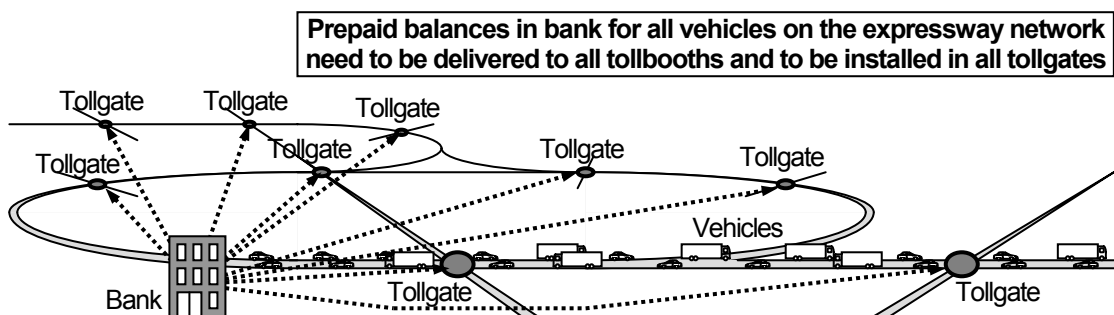
Prepaid-Balance-in-Bank



Source: VITRANSS2 Study Team

図 7.14 プリペイ残高確認の 2 つの方法

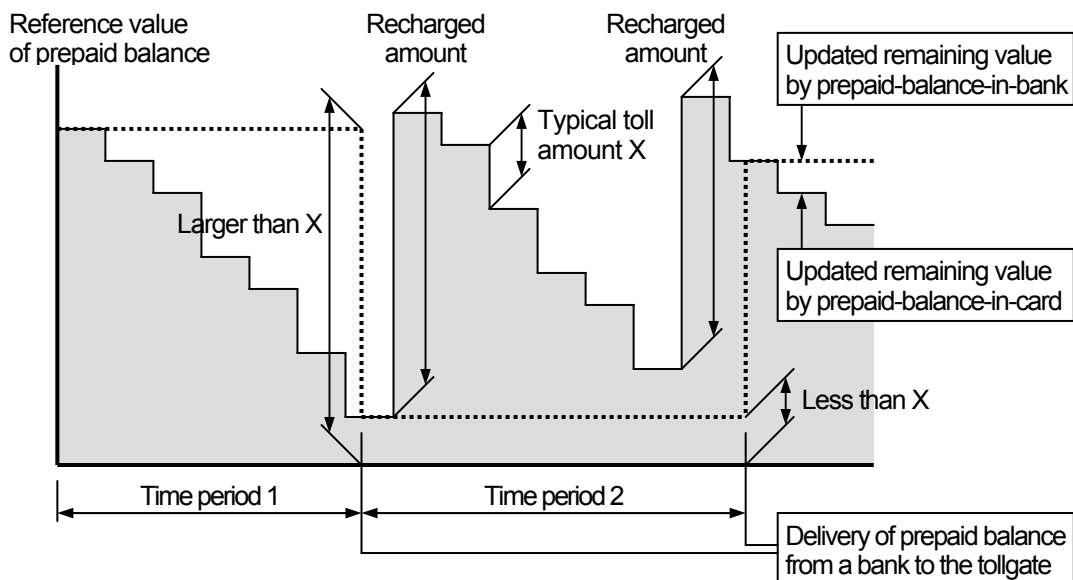
Prepaid-balance-in-bank の場合、高速道路上を走行中の全ての車両のプリペイ残高（または残高不足者リスト）を、銀行から全ての料金所の全料金所ブースに配信する必要がある。しかし、高速道路上の車両台数の増加に伴って配信するデータ量が膨大になり、近い将来、連続的な配信は不可能となり、一定時間間隔でのバッチ処理でしか配信できなくなると考えられる。欧州では、残高不足者リストの配信間隔が概ね 1 日より長くなっている。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.15 銀行から全ての料金所の全料金所ブースへのプリペイ残高の配信

下図に示すように、Prepaid-balance-in-card の場合、車両が道路料金所を通過する度に、料金処理に使用されるプリペイ残高の値が更新される。しかし、Prepaid-balance-in-bank では、料金処理に使用されるプリペイ残高の値が銀行から道路料金所に配信された時にしか更新されないため、残高は Time period 1 の間はずっと Typical toll amount X より大きく、Time period 2 の間はずっと X より小さい。

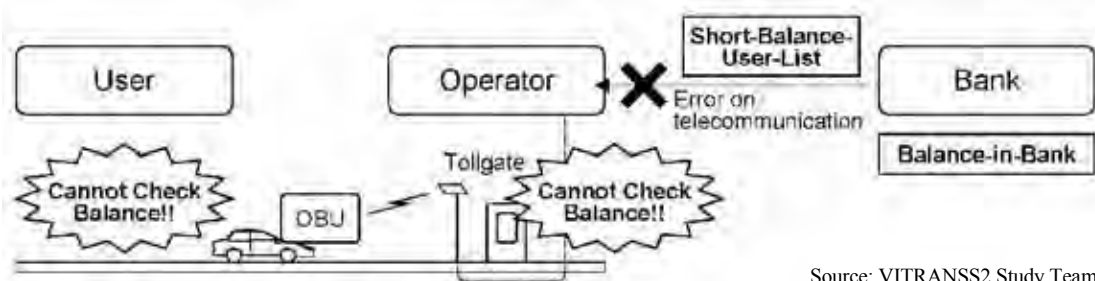


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.16 2つの方法におけるプリペイ残高更新の比較

Balance-in-bank の場合には、残高不足利用者リストを銀行から道路料金所に配信する必要がある。マレーシアでの試験導入では、低品質の通信に起因するデータ交換障害や以下の問題の発生が報告されている。

- 利用者の残高が不足しているにも拘わらず、システムがその残高を確認して、その車両を止めることができない。
- 利用者が残高の積増しを行ったにも拘わらず、システムがその残高を確認して、その車両を通過させることができない。



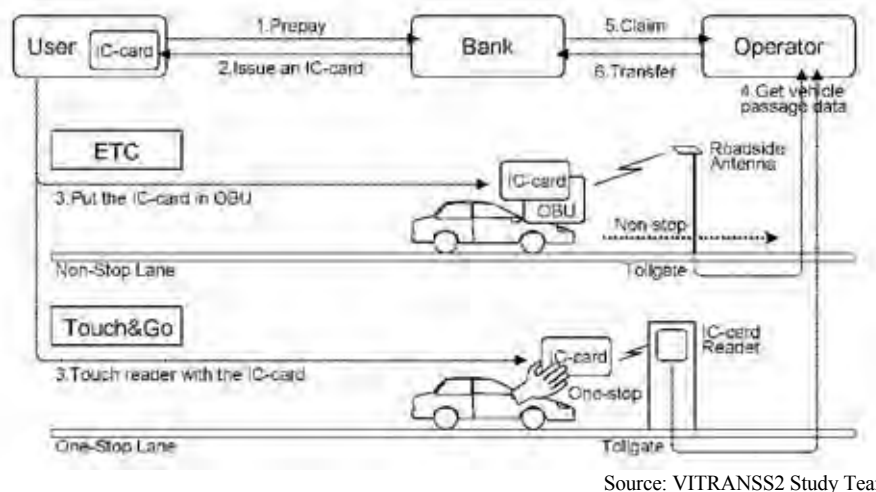
Source: VITRANSS2 Study Team

図 7.17 通信が低品質の場合に生じる Prepaid-Balance-in-Bank の問題

7.5 料金所車線の配置

1) ETC とタッチ&ゴーの連携運用

道路利用者と道路管理者の利便性向上のため、一枚の IC カードが ETC とタッチ&ゴーで共通に利用できることが不可欠である。

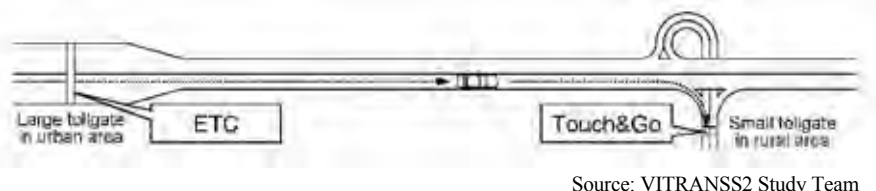


Source: VITRANSS2 Study Team

図 7.18 ETC とタッチ&ゴーの連携運用

ETC とタッチ&ゴーの連携運用には、以下のような特長がある。

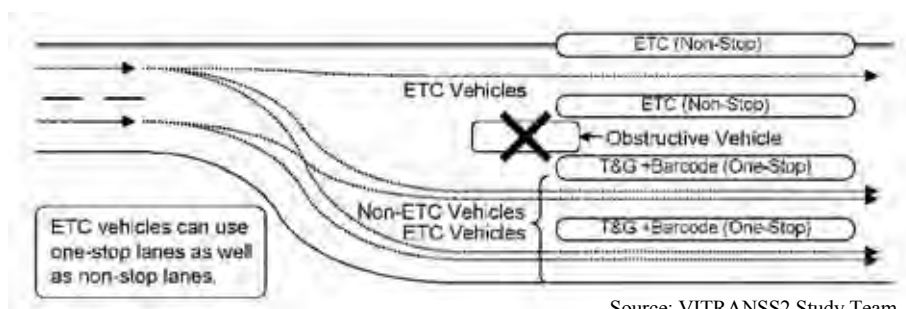
- 料金支払方法の組合せ利用による柔軟な運用、即ち ETC で流入してタッチ&ゴーで流出、あるいはタッチ&ゴーで流入して ETC で流出することが可能。



Source: VITRANSS2 Study Team

図 7.19 料金支払い方法の組合せ利用

- 都市間部の小規模料金所への ETC 導入の省略によるコスト削減、および都市部の大規模料金所からの ETC の段階的な導入が可能。
- 料金所車線の柔軟な運用により、ETC に不慣れなドライバーや ETC 車線での事故による混乱の回避が可能。



Source: VITRANSS2 Study Team

図 7.20 料金所車線の柔軟な運用

2) 料金所における ETC 車線運用

料金所における ETC 車線運用には、ETC 専用と ETC・マニュアル混在の 2 種類があるが、以下の比較により ETC 専用が推奨される。

表 7.8 ETC 車線運用方法の比較

	ETC 専用	ETC・マニュアル混在
概要	車載器(OBU)を装着した車両のみが専用で ETC 車線を通過できる。車載器を装着していない車両の誤進入に対応するため料金収受員を配置する。	車載器(OBU)を装着しない車両も装着した車両と同様に ETC 車線を通過できる。車載器を装着していない車両の料金収受のため料金収受員を配置する。
容量	設計処理容量：800 台/車線/hr	設計処理容量：450~600 台/車線/hr
長所	<ul style="list-style-type: none"> 大きな ETC 車線処理容量の実現 大きな料金所渋滞の解消効果 車両の円滑な ETC 車線通過による車載器の普及の促進 	<ul style="list-style-type: none"> ETC 導入初期における低い車載器の普及率に起因するマニュアル車線混雑の可能性の低減
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ETC 導入初期における低い車載器の普及率に起因するマニュアル車線混雑の可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 車載器未装着車のマニュアル収受の長い処理時間による ETC 車線の処理容量の低下 小さな料金所渋滞の解消効果 車両の円滑でない ETC 車線通過による車載器の普及の遅延。
評価	推奨	不適

Source: VITRANSS2 Study Team

7.6 ETC 用路車間通信方式

以下の 6 種類の路車間通信方式の長所および短所を次頁の表に整理する。略記は、DSRC (Dedicated Short Range Communication)、IR (Infrared ray)、GPS (Global Positioning System)、GSM (Global System for Mobile Communications) とする。

- Active-DSRC 方式
- Passive-DSRC 方式
- DSRC/赤外線方式
- 赤外線方式
- RF-Tag 方式 (Active)
- RF-Tag 方式 (Passive)
- GPS/GSM/IR 方式

以下の 6 種類の路車間通信方式の比較結果から、Active-DSRC、Passive-DSRC、DSRC/IR が拮抗し、その中で Active-DSRC が最も多くの長所を持つことが明らかになった。車載器(OBU)が最も低コストな RF-Tag 方式 (Passive)については、継続的な調査が必要である。ETC に最適な路車間通信は、これら 3 つの方式の中から実証試験によって選定されるべきである。

表 7.9 ETC の路車間通信方式の比較

	Active-DSRC 方式	Passive-DSRC 方式	DSRC/赤外線方式	赤外線方式	RF-Tag 方式 (Active)	RF-Tag 方式 (Passive)	GPS/GSM/IR 方式
概要							
道路料金収受での採用	実績多	実績多	実績多	実績多	実績多	実績極少	実績なし
道路管理者間共通利用	実績多	実績多	実績少	実績なし	実績なし	実績なし	実績なし
実際の道路料金収受での製造業者間共通利用	12 社 (日本)	3 社 (フランス)	7 (韓国)	実績なし	実績なし	実績なし	実績なし
実施中の国内プロジェクトでの推奨	HCMC-Long Thanh -Dau Giay	HCMC-Trung Luong, Can Tho Bridge	なし	なし	採用不可 (GSM と競合)	Cau Giie-Ninh Binh	なし
通信精度	高 (99.9999%)	規定なし	日光により低下	日光により低下	比較的低	比較的低	規定なし
通過車両の減速	不要	不要	不要	要	不要	不要	不要
2 ピース車載器(OBU)	実績多	試験用のみ	実績多	実績多	実績なし	実績なし	実績なし
IC カードでの残高確認	可	試験用のみ	可	可	不可	不可	不可
タッチ&ゴー共通利用	可	試験用のみ	可	可	可	可	不可
ERP との共通利用	可	可	不可	不可	可	可	可
車載器(OBU) コスト	中	低 (1-piece type)	中	中	低 (1-piece type)	極低 (1-piece type)	高 (1-piece type)
路側機器コスト	低	中	高	中	低	低	極低
国際標準	策定済み	策定済み	策定済み	策定されているが特許により独占	策定済み	策定済み	なし
評価 (長所の個数)	最適候補 (12)	最適候補 (8)	不適 (7)	不適 (4)	不適 (7)	要継続調査 (7)	不適 (3)

注) ERP: マルチレーンフリーフロー、OBU: OBU は Tag を含む、下線項目: 決定的な短所。 Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

通信精度

5.8GHz の DSRC でも 865 MHz の無線タグでも、電波による通信の精度は概ね 99%と言われる。しかし、5.8GHz の電波は、865 MHz の電波の場合の 1/8 の時間で同じデータ量を伝送することができる。この特性を利用して、5.8GHz の電波によるデータ通信では、865 MHz の電波によるメッセージ交換の所要時間より短い時間に、3 回のメッセージ交換のリトライを行っており、これにより、下図に示すように 99.9999%の通信精度を実現している。

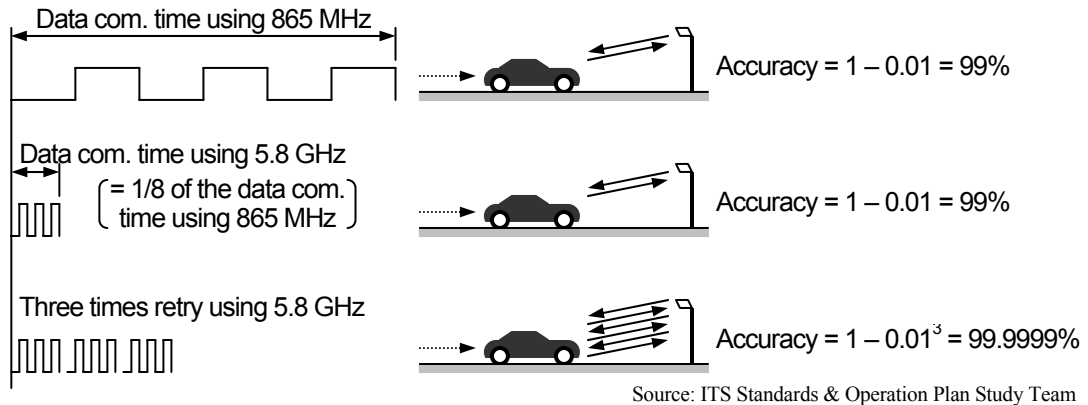
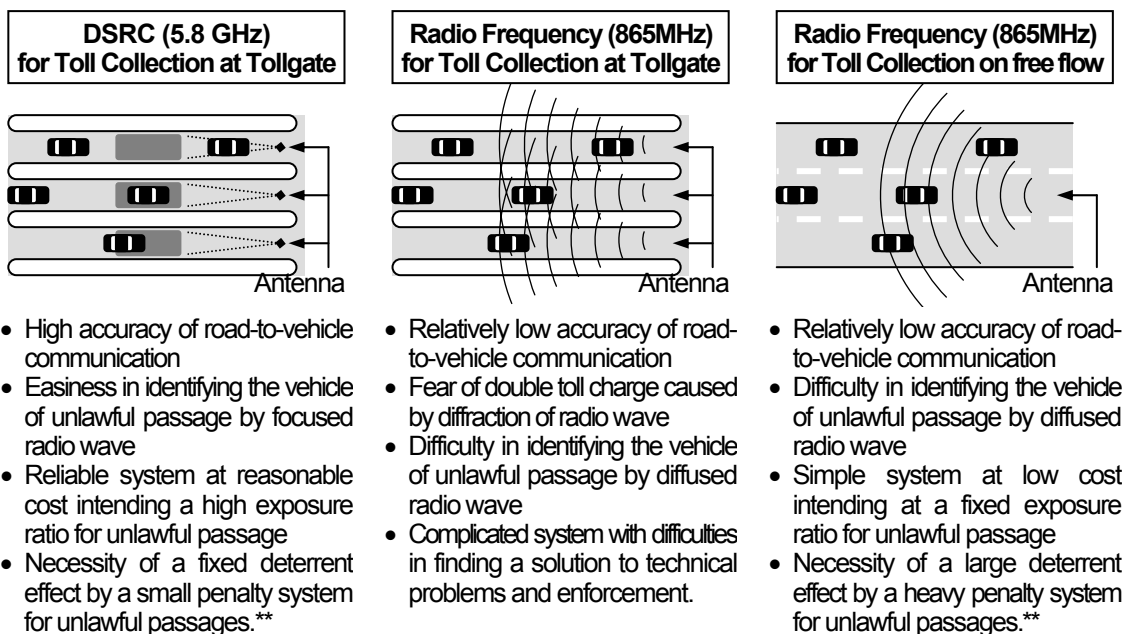


図 7.21 電波によるデータ通信精度の比較

Active-DSRC の通信精度は、日本の高速道路の標準仕様で 99.9999%と規定されている。しかし、他の路車間通信方式については ETC の精度に関する規定がない。

5.8GHz の DSRC と 865 MHz の無線の通信精度に関わる他の特性、および不正通行に対する罰金による抑制効果の必要性は、下図に示す通りである。



Note, **: See Section 6..

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.22 5.8GHz の DSRC と 865 MHz の無線の比較

通過車両の減速

路車間通信の各方式の容量は以下に示す通りである。通信データ量に対して通信容量に余裕のある方式では、料金所での車両の減速が不要となっている。

- Active-DSRC 方式：ダウンリンク・アップリンクとも 1.0 – 4.0 Mbps
- Passive-DSRC 方式：ダウンリンク 1.0 Mbps、アップリンク 0.25 Mbps
- 赤外線方式：ダウンリンク 0.5 Mbps、アップリンク 0.125 Mbps
- RF-Tag 方式：ダウンリンク・アップリンクとも 0.5 Mbps

大きな通信容量により、マルチレーンフリーフローによる ERP (Electronic Road Pricing) も可能となる。

2 ピースタイプ車載器 (OBU)

アジア諸国では、日本の Active-DSRC 方式、韓国の DSRC/赤外線方式、マレーシアやベトナムの赤外線方式のように、2 ピースタイプ車載器 (OBU) が料金收受システムに採用されている。

路側装置

Active-DSRC の路側アンテナは Passive-DSRC より安価である。車載器 (OBU) のスイッチングのためのパワーを必要としないことが、その理由の一つである。

実運用の道路料金收受で共通利用したサプライヤ数

- **Active-DSRC 方式 (日本)**：日本の Active-DSRC 方式では、車載器は 6 社、路側アンテナは 8 社のサプライヤによって製造されている。全ての道路網において、全てのサプライヤの車載器が共通利用されている。さらに、道路網には、異なる道路管理者によって運用される区間が含まれている。
- **Passive-DSRC (フランス)**：フランスの Passive-DSRC 方式では、車載器・路側アンテナとも 5 社のサプライヤによって製造されており、このうち 3 社の車載器が特定の道路区間で共通利用されている。しかし、他の 2 社の車載器は共通利用されておらず、個別に利用されているのみである。
- **DSRC/赤外線 (韓国)**：韓国の DSRC/赤外線方式では、DSRC と赤外線の 2 種類の路側アンテナが同じ料金所アイランド上に置かれ、車載器によって使用するアンテナが選択される。DSRC 用の車載器は 3 社のサプライヤによって製造され、同一の道路区間で共通利用されている。
- **赤外線 (マレーシア)**：マレーシアの赤外線方式では、車載器と路側アンテナが、赤外線方式の特許を保有するただ 1 社のサプライヤによって製造されている。したがって、サプライヤ間での車載器の共通利用は行われていない。
- **RF-Tag (米国)**：米国の RF-Tag 方式では、下表に示すように、ETC の主要整備実績が 1 社独占の形になっている。各州のシステムはその州で優位性をもつ 1 社

のサプライヤによって独占的に製造されている。したがって、サプライヤ間での車載器の共通利用実績はない。

表 7.10 米国での TRF-Tag の使用実績

ETC システム名	州 名	サプライヤ
RF-Tag (Passive)		
eGo Tags	Georgia	TransCore
RF-Tag (Active)		
EZ-Pass	New York, New Jersey, Pennsylvania, Delaware, Maryland, Maine	MarkIV
Fast Lane	Massachusetts	MarkIV
I-Pass	Illinois	TransCore
Smart Tag	Virginia	TransCore
Sun Pass	Florida	TransCore
K-Tag	Kansas	TransCore
PIKEPASS	Oklahoma	TransCore
EZ TAG	Texas	TransCore
PAL PASS	South Carolina	SIRIT
FASTRAK	California	SIRIT

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

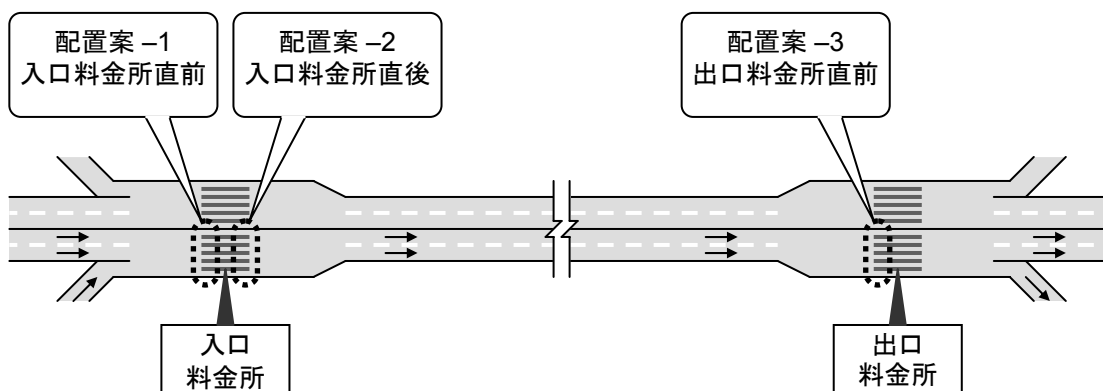
上表に示した米国での実績は全て Active-RF-Tag 技術の適用例である。欧州を中心に開発・国際標準化された Passive-RF-Tag 技術は、まだ道路料金収受に利用された実績がない。

- **GPS/GSM/IR (ドイツ)** : ドイツの GPS/GSM/IR 方式では、料金所での車両の通過は GPS と赤外線用路側アンテナによって検知される。車載器と路側アンテナは 2 社のサプライヤによって製造されているが、サプライヤ間での車載器の共通利用実績はない。

7.7 軸重計測装置の配置

軸重計測装置は過積載取締りの目的で設置されるが、装置の設置場所として以下の3つの候補が想定される。

- 配置案 -1：入口料金所直前
- 配置案 -2：入口料金所直後
- 配置案 -3：出口料金所直前



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.23 軸重計測装置の配置案

下表に整理した長所および短所の比較結果より、出口料金所直前への軸重計測装置の配置が推奨される。しかし、大きな抑制効果を実現するためには、重い罰金制度の導入が必要となる。

表 7.11 軸重計測装置の配置案の比較

	配置案 -1	配置案 -2	配置案 -3
道路管理者の管轄との整合性	困難	可	可
車両の走行経路の制限による計測精度の確保	可 (within Tollgate Lane)	可 (within Tollgate Lane)	可 (within Tollgate Lane)
過積載車両排除のための大規模な用地確保の必要性	必要	必要	不要
回避防止と公平性確保のための全道路料金所への導入	困難	困難	可
高速道路からの過積載車両排除の効果	中	中	高
評価	不適	適用可	推奨

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

7.8 路側装置制御の統合化

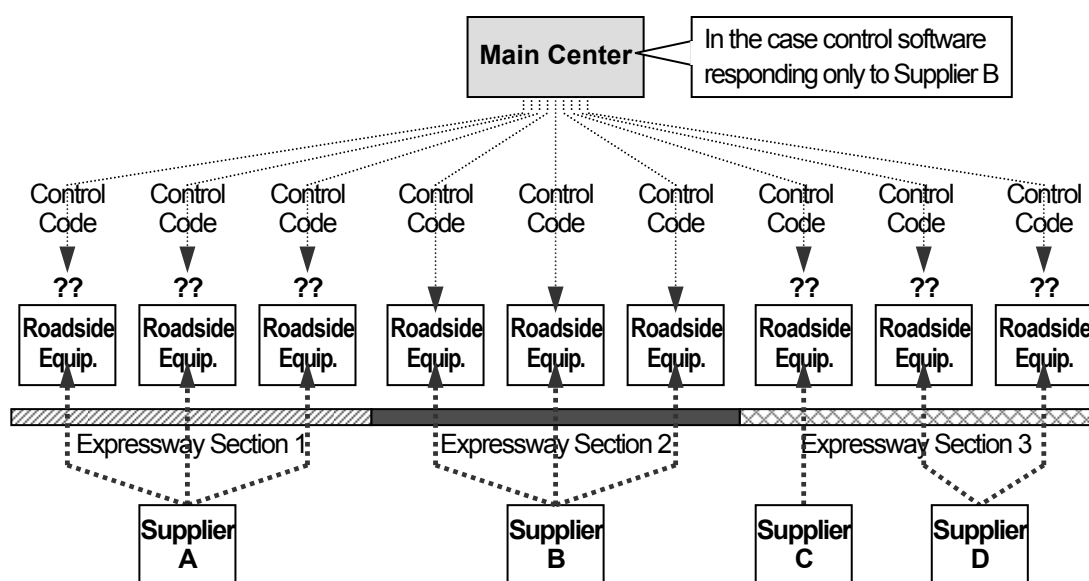
1) 道路交通情報提供・管制の路側装置

(1) 路側装置制御の統合化の必要性

第 6 章で示したように、日常的な交通の監視や交通管制は、メインセンターから路側装置を制御することにより行われる。実際の路側装置の制御はメインセンターから送られる制御コードによって行われる。

一方、路側機器の整備は、高速道路の整備スケジュールに合わせて個別道路区間の建設プロジェクトの中で行われるため、道路区間によって路側装置を導入するサプライヤが異なるのが一般的である。

ところが、サプライヤの異なる路側装置間では、多くの場合、制御コードに互換性がない。そのため、メインセンター整備時に導入したシステムをそのまま利用して、複数の道路区間の路側装置を制御することは不可能であり、これを可能にするための方策が必要となる。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.24 サプライヤ間で互換性のない制御コード

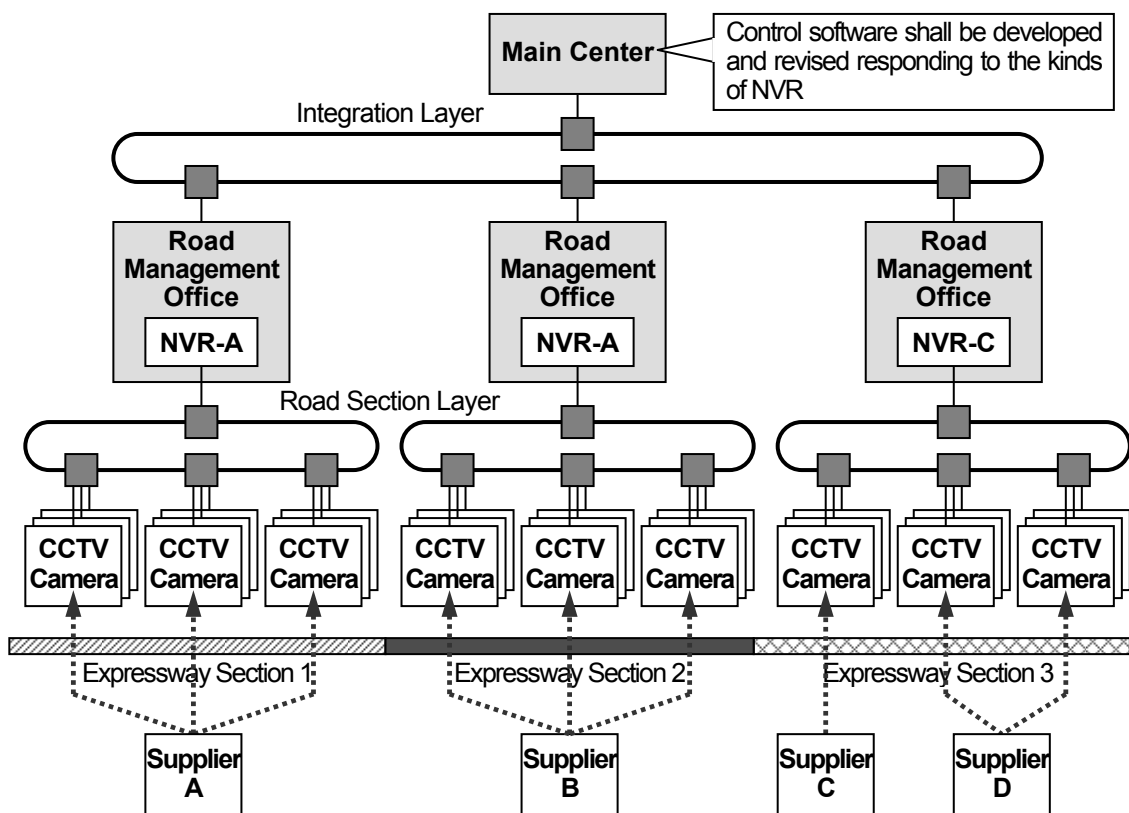
さらに、高速道路延長の増加に伴い、道路交通情報提供・管制のために多数の CCTV カメラが設置される。この CCTV カメラからの映像データ量を抑制することが、路側装置の制御の統合化が必要になるもう一つの理由として挙げられる。

CCTV カメラ、VMS を含む路側装置の制御の統合化方策を、以下に示す。

(2) CCTV カメラ制御の統合化

CCTV カメラ制御では、複数の異なるサプライヤのカメラの制御を共通化するツールとして NVR が有効である。本調査では、下図に示すように、NVR を通信ノード直下または道路管理事務所に設置することとする。これにより、図中のメインセンターでは NVR-A と NVR-C に対応した制御コードさえ生成すればよく、制御コードの種類を大幅に減らすことができる。同時に、統合レイヤーに送り込まれる映像データ量も抑制することができる。

ただし、NVR の制御コードの開示は不可欠であり、かつ NVR の種類が増えた場合には、それに応じてメインセンターの制御ソフトウェアを修正する必要がある。

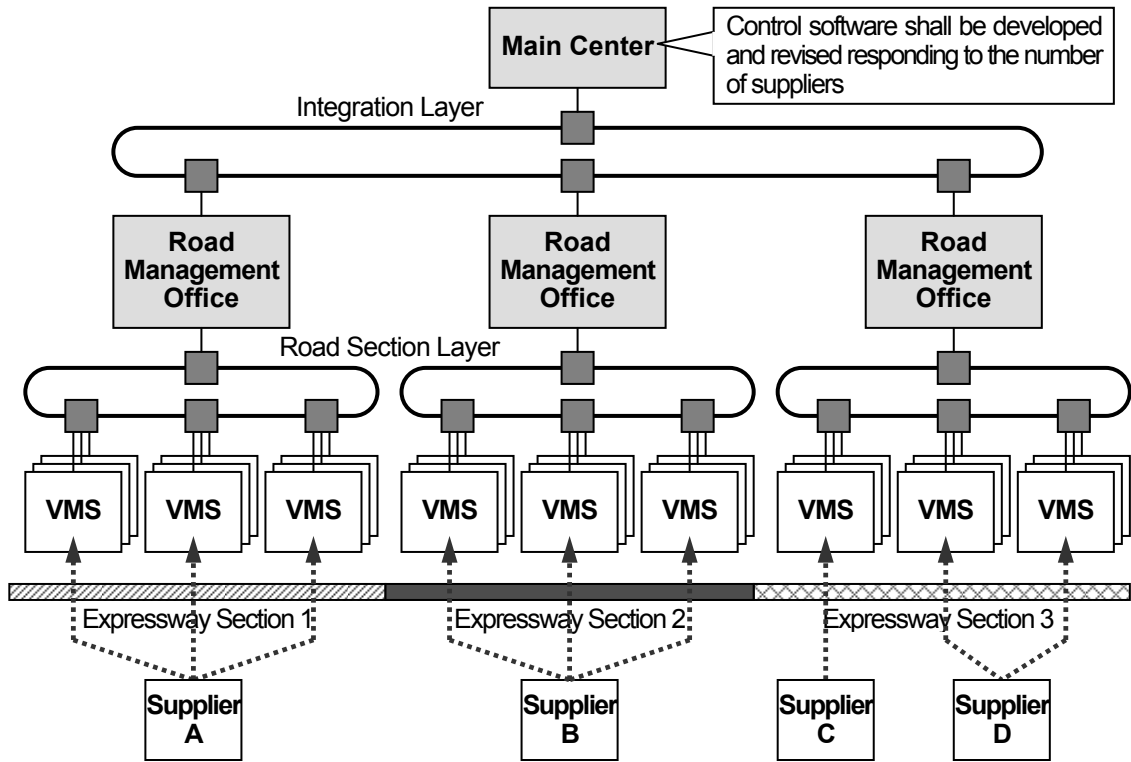


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.25 CCTV カメラ制御の統合化

(3) VMS 制御の統合化

VMS 制御では、異なるサプライヤの VMS の制御を共通化するツールがないため、VMS を整備したサプライヤの数だけの制御コードをメインセンターで生成する必要がある。したがって、VMS の整備にあたっては、各サプライヤに対して制御コードを含む技術情報の開示を義務付け、かつ新たなサプライヤの参入に応じてメインセンターの VMS 制御ソフトウェアを修正する必要がある。

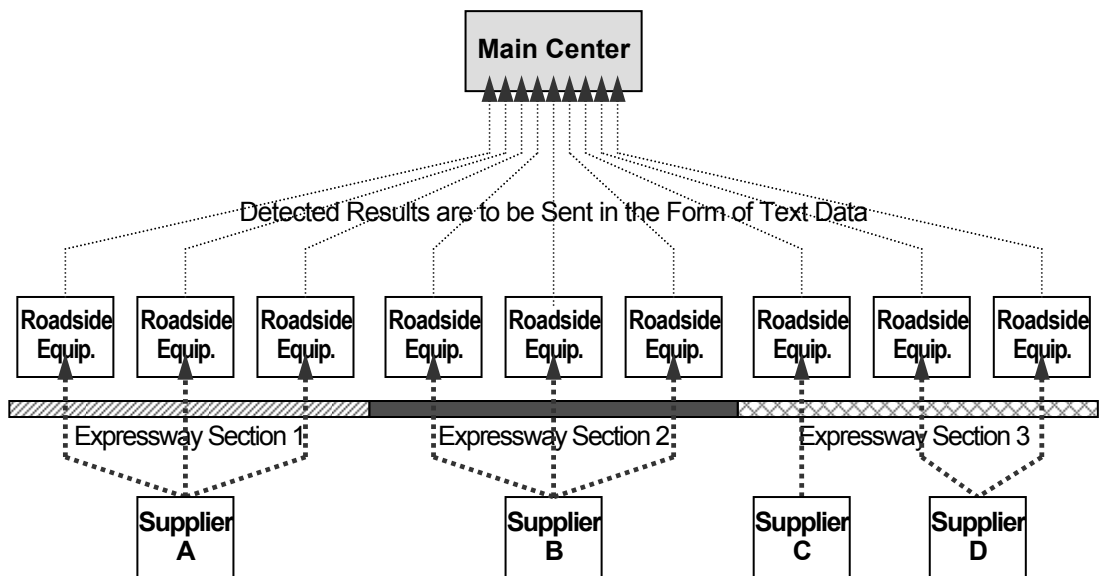


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.26 VMS 制御の統合化

(4) その他の検知器・センサー

CCTV カメラと VMS を除き、その他の検知器・センサーは基本的に特別な制御コードを必要としない。各種の検知結果が路側でテキストデータに変換された上で、メインセンターに伝送されるだけである。したがって、異なるサプライヤの機器であっても、特に制御の統合化は問題とならない。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.27 検知器・センサーからの検知結果の伝送

2) 道路料金自動收受の路側機器

道路料金自動收受の路側機器は車線サーバで制御され、それらの検知結果も車線サーバで管理される。料金事務所などの上位システムとの間のデータ伝送はテキストデータの形で行われるため、制御の統合化の問題は特に発生しない。

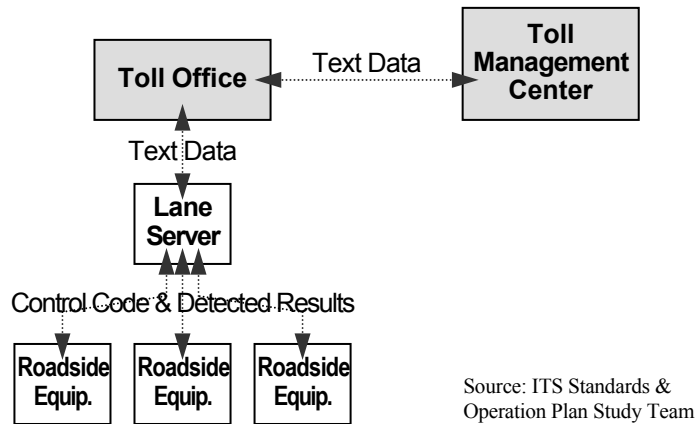


図 7.28 道路料金自動收受の路側機器の制御および検知結果の伝送

3) 過積載取締りの路側機器

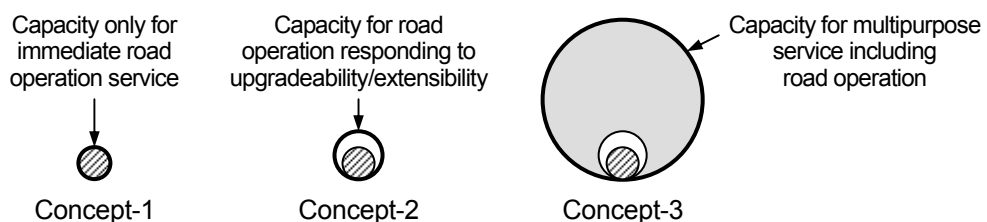
道路料金自動收受の場合と同様、過積載取締りの路側機器は路側サーバで制御され、それらの検知結果も路側サーバで管理される。上位システムとの間のデータ伝送はテキストデータの形で行われるため、制御の統合化の問題は特に発生しない。

7.9 伝送方式

伝送容量

伝送容量は、提供するサービス内容に対応可能かという観点で、伝送方式を選択する際の重要な特性の一つである。ITS の通信ネットワークの目標伝送容量の設定には、次の3つのコンセプトが考えられる。

- コンセプト-1：当面の道路運用管理に必要なだけの容量
- コンセプト-2：将来の道路運用管理のグレードアップ・拡張性を考慮した容量
- コンセプト-3：道路運用管理を含む多様なサービスを考慮した容量



Source: VITRANSS2 Study Team

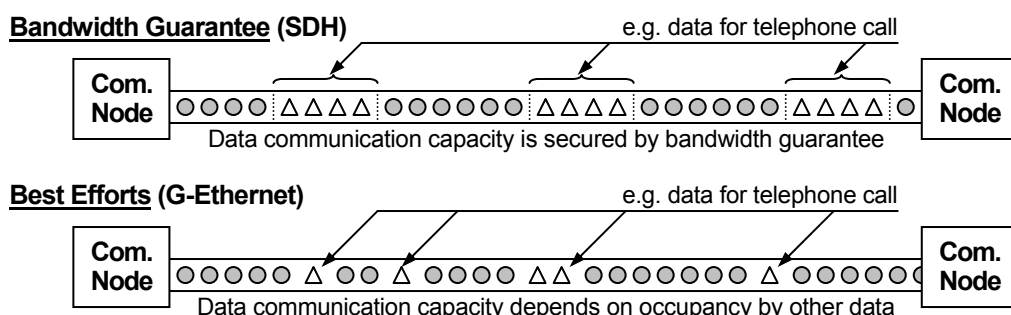
図 7.29 ITS の通信ネットワークの伝送容量設定のコンセプト

一般に、コンセプト-2 およびコンセプト-3 の目標伝送容量は ITS を利用した高速道路の運用管理に適しており、IP over SDH や IP over G-Ethernet はコンセプト-2 を実現するための伝送方式として推奨される。

しかし、通信システムは、その運用によって利益を生み出すことができ、効率的な道路運用管理の実現のため幅広い目的に利用されるべきである。その目的において、IP over SDH/DWDM や IP over TDM/DWDM は最適な伝送方式である。これらにより、コンセプト-3 を実現することができる。

帯域保障

電話は必要な時にいつでも緊急通報や指令に使用できなければならない、そのために発信部署と受信部署の間の帯域保障が必要となる。SDH はこの機能を提供でき、ITS の階層的な通信ネットワーク構成の中の Integration Layer に適している。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 7.30 帯域保障とベストエフォートの考え方

表 7.12 伝送方式の比較

	IP over ATM	IP over G-Ethernet	IP over SDH	IP over ATM/DWDM	IP over TDM/DWDM	IP over SDH/DWDM
通信ノード	ATM	Media Converter	SDH	DWDM	DWDM	DWDM
Ethernet との接続性	可	可	可	可	可	可
最大容量	0.6 Gbps	40 Gbps	40 Gbps	1 Tbps	1 Tbps	1 Tbps
付加サービスのための容量**	不十分	不十分	不十分	十分	十分	十分
帯域保障	可	不可	可	可	可	可
ネットワーク管理	可	不可	可	可	可	可
互換性	低	高	高	高	低	高
整備コスト	低	中	中	高	高	高
テレコムサービスでの実績	--	--	--	--	VNPT が採用	Viettel が採用
評価	不適	推奨	推奨	不適	比較に値する	比較に値する

Note, **: 回線リースは通信ネットワークの余剰容量を利用した簡単な付加サービスの例である。

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

7.10 システムの基本方針の選択結果

本調査では、ITS のシステム構築の前提となる基本方針の選択についての検討を、ベトナムの高速道路建設に関係する個別の団体や企業の意図にとらわれない、客観的かつ中立な視点に立って行った。本調査での検討は、現在実施中の高速道路建設プロジェクトで検討中の方針や候補を取り入れる形で行い、以下に示す結果を得た。

(1) CCTV カメラの配置

⇒高速道路上に連続して 2km 間隔 (表 7.2 および図 7.4 参照)

(2) 車両検知器の配置

⇒道路区間の交通量に応じて IC 中間点、渋滞多発箇所、2km 間隔で連続のいずれか (表 7.4 および図 7.10、図 7.11、図 7.12 参照)

(3) 非接触 IC カードタイプ

⇒TYPE-A と Felica が実証比較により最終選定されるべき候補 (表 7.6 参照)

(4) プリペイ残高の確認

⇒Prepaid-balance-in-card (7.4 節参照)

(5) 料金所車線の配置

⇒ETC と Touch&Go/Manual との連携利用 (7.5 節参照)

(6) ETC 路車間通信方式

⇒Active-DSRC と Passive-DSRC が実証比較により最終選定されるべき候補、RF-Tag は引き続き要継続調査 (表 7.9 参照)

(7) 軸重計測装置の配置

⇒出口料金所直前 (表 7.11 および図 7.23 参照)

(8) 路側装置制御の統合化

⇒NVR 導入とサプライヤ技術情報開示の義務付けの併用 (7.8 節参照)

(9) 伝送方式

⇒IP over SDH と IP over G-Ethernet の組合せ (表 7.12 参照)

これらの選択結果を最終決定し、ITS 技術基準案に基づいたシステム整備の第一段階として、パイロットプロジェクトの中で検証する必要がある。

8. ITS 技術基準案

本調査では、ITS 技術基準案の成果として、以下の文書を作成した。

- 設計標準案 (優先 ITS 利用者サービスに対応した 3 分冊)
- 機器標準仕様案 (機能パッケージに対応した 21 分冊)
- メッセージ・データ標準案
- 通信システム計画案

8.1 設計標準案

設計標準案は、下記の優先 ITS 利用者サービスに対応した 3 分冊で構成される。

- ① 道路交通情報提供・管制
- ② 自動道路料金収受
- ③ 大型貨物車両管理

1) 設計標準案 (1): 道路交通情報提供・管制

本分冊は、道路交通情報提供・管制に係るシステムの標準構成、設計の基本的な考え方、および実現方法を示す。道路交通情報提供・管制によって提供されるべきサービスの概要は、以下の通り。

本サービスは、高速道路およびそのアクセスを担う主要幹線道路の交通状況を精度良く把握することを可能にする。交通事故、故障車、落下物などの把握を可能にすることにより、事故発生時の道路管理者の速やかな対応を支援する。走行中あるいは出発前のドライバーに的確な交通情報を提供することにより、事故の影響を避けるための迂回を支援する。また、走行中のドライバーに渋滞情報や旅行時間情報を提供することにより、適切なインターチェンジや経路の選択を支援する。さらに、実際の交通量の継続的な計測を可能にすることにより、適切な道路網整備・改良計画の立案を支援する。

本分冊は、以下の機能パッケージを含む。

- ① 電話交換
- ② CCTV 監視
- ③ 事象検知 (画像認識)
- ④ 車両検知
- ⑤ 交通解析
- ⑥ 気象観測
- ⑦ 交通イベントデータ管理
- ⑧ 交通監視
- ⑨ 可変情報板表示

- ⑩ 移動無線通信
- ⑪ 交通情報提供

設計標準では、システムの標準構成、設計の基本的な考え方、および実現方法を、以下の基本目次構成にしたがって記述する。

1. 全体概要	8. 機能パッケージ各論
2. 適用範囲	8.1 概要
3. 関係法令および基準	8.2 システム構成
4. 用語の説明	8.3 機能設計
5. 実施パッケージ	8.4 メッセージ交換
6. 全体システム構成	8.5 伝送設計
7. 必要な機能パッケージ	9. 機能パッケージの配置
	10. 段階的整備の考え方

設計標準案 (Ver.1.0 : 調査結果の最終版) の本分冊における機能パッケージ各論の基本目次構成は下記の通りとする。

表 8.1 設計標準案(1) に示される機能パッケージの基本目次構成

(Ver.1.0)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
概要	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
システム構成	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
機能設計	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
メッセージ交換	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
伝送設計	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

2) 設計標準案 (2): 自動道路料金收受

本分冊は、自動道路料金収受に係るシステムの標準構成、設計の基本的な考え方、および実現方法を示す。ノンストップ道路料金収受によって提供されるべきサービスの概要は、以下の通り。

本サービスは、ノンストップによる道路料金収受を可能にする。料金所でのボトルネックを解消し、インターチェンジでの車両の円滑な流入・流出を実現する。料金所に必要なブース数を削減し、近い将来に交通渋滞の解消が重要課題になると予想される都市周辺での料金所用地問題の解決を容易にする。国境検問での車両チェックの簡素化や、道路管理者や運行管理者による車両の料金所通過時刻の把握を可能にする。道路料金収受の自動化により、係員のミスによる未収金の飛躍的な削減や、複数の異なる道路管理者間の道路料金収入の的確な分配を可能にする。

本分冊は、以下の機能パッケージを含む。

- ① 車線監視

- ② 車両識別
- ③ 車線制御
- ④ 路車間通信
- ⑤ IC カード記録
- ⑥ OBU 管理
- ⑦ 道路料金管理

設計標準案 (Ver.1.0 : 調査結果の最終版) の本分冊の基本目次構成は前述の分冊(1)の項に示す通りであり、機能パッケージ各論の基本目次構成は下記の通りとする。

表 8.2 設計標準案(2) に示される機能パッケージの基本目次構成

(Ver.1.0)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
概要	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
システム構成	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
機能設計	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
メッセージ交換	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
伝送設計	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Source:
VITRANSS2
Study Team

3) 設計標準案 (3): 大型貨物車両管理

本分冊は、大型貨物車両管理に係るシステムの標準構成、設計の基本的な考え方、および実現方法を示す。大型貨物車両管理によって提供されるべきサービスの概要は、以下の通り。

本サービスは、インターチェンジで車重計測を自動で行うことにより、大型貨物車両の過積載を抑制する。これにより、道路構造物が受けるダメージを低減し、耐用年数拡大を図る。過積載の大型貨物車両に起因する交通渋滞や重大事故を削減する。高速道路での大型貨物車両のリアルタイムな走行状況の把握により、事故発生時の道路管理者の速やかな対応と、適切な運行管理を支援する。

本分冊は、以下の機能パッケージを含む。

- ① 軸重計測
- ② 過積載管理

設計標準案 (Ver.1.0 : 調査結果の最終版) の本分冊の基本目次構成は前述の分冊(1)の項に示す通りであり、機能パッケージ各論の基本目次構成は下記の通りとする。

表 8.3 設計標準案(3) に示される機能パッケージの基本目次構成

(Ver.1.0)	①	②
概要	XX	XX
システム構成	XX	XX
機能設計	XX	XX
メッセージ交換	XX	XX
伝送設計	XX	XX

Source:
VITRANSS2
Study Team

8.2 機器標準仕様案

機器標準仕様案は、システムを構成する装置に必要な処理機能、性能、インターフェース、および設置について規定するものであり、下記の機能パッケージに対応した 21 分冊で構成される。

- | | |
|---------------|---------------------|
| ① 電話交換 | ⑫ 車線監視 |
| ② CCTV 監視 | ⑬ 車両識別 |
| ③ 事象検知 (画像認識) | ⑭ 車線制御 |
| ④ 車両検知 | ⑮ 路車間通信 |
| ⑤ 交通解析 | ⑯ IC カード記録 |
| ⑥ 気象観測 | ⑰ 道路料金管理 |
| ⑦ 交通イベントデータ管理 | ⑱ OBU 管理 |
| ⑧ 交通監視 | ⑲ 軸重計測 |
| ⑨ 可変情報板表示 | ⑳ 過積載管理 |
| ⑩ 移動無線通信 | ㉑ センター・路側通信 (管路を含む) |
| ⑪ 交通情報提供 | |

機器標準仕様案の各分冊は、以下の基本目次構成にしたがって記述される。

1. 全体概要	7.3 性能 (信頼性を含む)
2. 適用範囲	7.4 ヒューマンマシンインターフェース
3. 関係法令および基準	7.5 通信インターフェース
4. 用語の説明	7.6 設置
5. 要件	8. 環境条件
6. システム構成	9. 電源
7. 装置コンポーネント各論	10. 保守性 (予備品・消耗品を含む)
7.1 機能	11. 品質管理
7.2 構造	12. 試験・検査

各分冊の基本目次構成は、次表に示す通り。

表 8.4 各機能パッケージの機器標準仕様案の基本目次構成

機能パッケージ		① 電話交換	② CCTV 監視	③ 事象検知 (画像認識)	④ 車両検知	⑤ 交通解析	⑥ 気象観測	⑦ 交通イベントデータ管理	⑧ 交通監視	⑨ 可変情報板表示	⑩ 移動無線通信	⑪ 交通情報提供	⑫ 車線監視	⑬ 車両識別	⑭ 車線制御	⑮ 路車間通信	⑯ IC カード記録	⑰ 道路料金管理	⑱ OBU 管理	⑲ 軸重計測	⑳ 過積載管理	㉑ センター・路側通信 (管路を含む)
基本目次構成																						
1. 全体概要		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
2. 適用範囲		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
3. 関連法令および基準		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
4. 用語の説明		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
5. 要件		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
6. システム構成		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7. 装置コンポーネント各論		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7.1 機能		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7.2 構造		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7.3 性能 (信頼性を含む)		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7.4 ヒューマンマシンインターフェース		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7.5 通信インターフェース		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
7.6 設置		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
8. 環境条件		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
9. 電源		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
10. 保守性 (予備品・消耗品を含む)		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
11. 品質管理		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
12. 試験・検査		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Version (作業中の項目を含む)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
機器配置	メインセンター	XX	XX			XX	XX	XX	XX	XX	XX										XX	XX
	道路管理事務所	XX	XX					XX			XX											XX
	道路料金管理センター																	XX				XX
	道路料金事務所	XX											XX					XX				XX
	道路料金所ブース												XX	XX	XX							XX
	OBU 管理センター																		XX			
	OBU 発行事務所																		XX			
	路側	XX	XX	XX	XX		XX			XX	XX		XX	XX	XX	XX	XX			XX		XX
	車載										XX					XX			XX			
携帯										XX						XX						

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

機器標準仕様案の 21 分冊に対応する機能パッケージの概要は以下に示す通りである。

1) 電話交換

この機能パッケージは、事故発生時に、高速道路上の路側、サービスエリアおよびトンネル部に配置した道路利用者用の電話や、道路料金事務所に配置した業務用の電話により、メインセンターや道路管理事務所への緊急通報や支援要請を可能にし、さらに事故対応や通行規制実施の指令の関係部署への一斉配信を可能にするものである。

2) CCTV 監視

この機能パッケージは、高速道路上の事故による交通障害が発生しやすい地点や長大トンネル部に設置したカメラにより、交通事故、故障車両、落下物、逆走、道路上での破壊行為や自然災害、交通状況の撮影、および撮影した映像のメインセンターや道路管理事務所での監視を可能にするものである。

3) 事象検知 (画像認識)

この機能パッケージは、高速道路上の交通障害が発生しやすいボトルネック箇所や長大トンネル部に設置したカメラで撮影した映像の解析により、事故の発生や故障車両、落下物の自動検知、およびメインセンターや道路管理事務所への通知を可能にするものである。

4) 車両検知

この機能パッケージは、高速道路本線の主要箇所や料金所に設置した車両検知器により、高速道路上を走行する交通量や大型車の割合、車両の走行速度の把握と、それに基づく道路の運用・整備計画の立案を可能にするものである。

5) 交通解析

この機能パッケージは、車両感知器で得たデータを処理・分析することにより、交通混雑状況や車両の走行速度など、高速道路上の交通状況の把握を可能にするものである。

6) 気象観測

この機能パッケージは、高速道路のインターチェンジや交通の安全に好ましくない気象条件が発生しやすい道路区間に設置した各種センサーのデータを得ることにより、道路交通に対して危険な状況の把握を可能にするものである。

7) 交通イベントデータ管理

この機能パッケージは、非常電話、移動無線通信、事象検知、交通解析、気象観

測などで得られた結果を内容によって分類し、発生場所や時間、重要度に対応づけた交通イベントとして整理することにより、統一・統合された形で的高速道路上の交通管理・規制・情報提供を可能にするものである。

8) 交通監視

この機能パッケージは、メインセンターや道路管理事務所で、所管する高速道路上の交通の現況や交通イベントとして整理された情報を包括的かつビジュアルに確認することを可能にするものである。

9) 可変情報板表示

この機能パッケージは、高速道路の入口、出口、料金所、ジャンクション、トンネルなどの手前に設置した情報板により、交通イベントとして整理された情報の道路利用者への提供を可能にするものである。

10) 移動無線通信

この機能パッケージは、無線通信により、高速道路上の管理用車両や管理員と道路管理事務所との情報の交換を可能にするものである。

11) 交通情報提供

この機能パッケージは、インターネットの利用により、高速道路上の交通イベントとして整理された情報の他機関への提供を可能にするものである。

12) 車線監視

この機能パッケージは、高速道路料金所などの個々の車線に設置したカメラにより、車両の通行状況や係員の作業状況の監視を可能にするものである。

13) 車両識別

この機能パッケージは、高速道路料金所などの個々の車線に設置したナンバープレート読取りなどの機器により、個々の車両の識別を可能にするものである。

14) 車線制御

この機能パッケージは、高速道路料金所の個々の車線に設置したサーバー、車両検知器、各種表示器、発進制御機などにより、道路料金収受を適正に実施できなかった車両通行の排除を可能にするものである。

15) 路車間通信

この機能パッケージは、高速道路の路側に設置したアンテナと車両に搭載した車載器により、道路料金収受などに必要なデータの無線通信による交換を可能にするものである。

16) IC カード記録

この機能パッケージは、高速道路料金所に設置した機器により、道路料金収受のためのプリペイド IC カードからの残高引き去りを可能にするものである。

17) 道路料金管理

この機能パッケージは、道路管理事務所に設置したコンピュータおよび各種ソフトウェアにより、道路料金収受に関するデータの記録、車載器や IC カードのネガティブリストの更新、および信頼性の高い高速道路料金収入の管理を可能にするものである。

18) OBU 管理

この機能パッケージは、車載器発行事務所に設置した機器により、道路料金収受に使用する車載器の登録を可能にし、さらに、車載器登録センターに設置したコンピュータおよび各種ソフトウェアにより、車載器の登録リストやネガティブリストの生成・管理を可能にするものである。

19) 軸重計測

この機能パッケージは、出口道路料金所の大型車専用車線に設置した軸重計により、高速道路を走行する大型貨物車両の過積載の検出および取締りを可能にするものである。

20) 過積載管理

この機能パッケージは、道路管理事務所に設置したコンピュータおよび各種ソフトウェアにより、過積載で高速道路を走行した大型貨物車両のデータの記録および検索を可能にするものである。

21) センター・路側通信 (管路を含む)

この機能パッケージは、高速道路の路肩などに配置した光ファイバーケーブルと通信ノードで構成されセンター間を結ぶ基幹ネットワーク、および通信ノードと路側端末を結ぶアクセスネットワークにより、メインセンター、道路管理事務所、路側機器の間での ITS のデータ交換を可能にするものである。

8.3 メッセージ・データ標準案

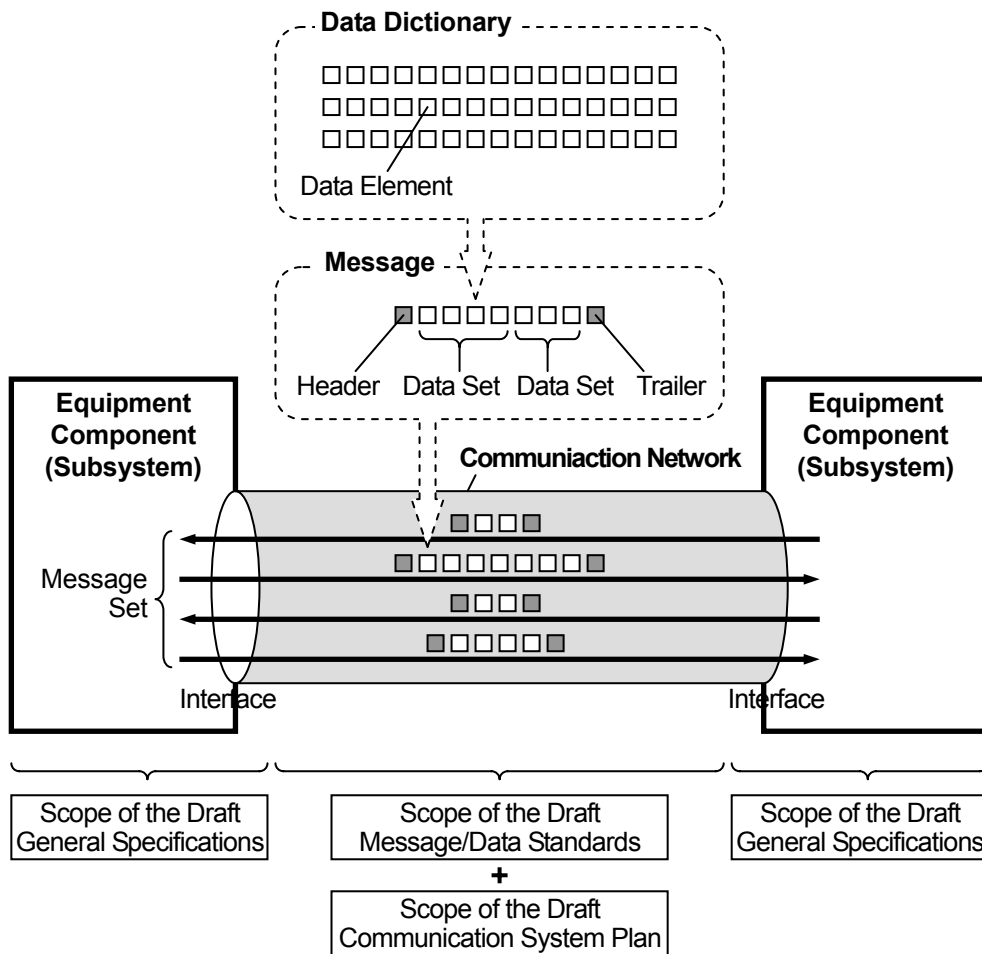
設計標準案と機器標準仕様案のシステム構成に装置コンポーネントとして示したように、ITS は多数の機器によって構成される。装置コンポーネントの互換性を確保するための規定は、機器標準仕様案に示される。

しかし、メッセージやデータを交換してシステムを実現し、意図したサービスを提供するため、装置コンポーネントは通信ネットワークによって相互に結ばれる必要がある。そのため、以下の ITS に関する基準類をまとめることにより、メッセージやデータの相互運用性とインターフェースの接続性を確保する必要がある。

- 機器標準仕様案 ⇒ 装置コンポーネントの互換性の確保
- メッセージ・データ標準案 ⇒ メッセージ・データの相互運用性
- 通信システム計画案 ⇒ インターフェースの接続性

そこで、メッセージ・データ標準として、メッセージリストとデータ辞書の作成が必要となる。

図 8.1 ITS に関する基準類の役割分担イメージ



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

1) メッセージリスト

ITS のサービスを実現するためには、複数の装置コンポーネント間で多数のメッセージが交換される必要がある。本文書には、主なメッセージのリスト(以下の項目から成る)を示す。

- メッセージ名
- 一方の装置コンポーネント
- 他方の装置コンポーネント
- メッセージに含まれるデータセット
- メッセージに含まれる主なデータエレメント

2) データ辞書

前述のメッセージは、多数のデータセット(複数のデータの組合せ)を含む。本文書には、主なデータエレメントについて、下記のアトリビュートを整理した辞書を示す。

- データエレメント名
- 定義
- 表現区分
- 表現形式
- データ値の型

以上のアトリビュートは ISO/IEC 11179 で必須と規定されている。これらに加えて、以下の 3 つのアトリビュートも ISO/IEC 11179 で必須と規定されているが、これらについては、十分に検討できていないため、本データ辞書には含めないものとする。

- データ値の最大サイズ
- データ値の最小サイズ
- データ値の取り得る範囲

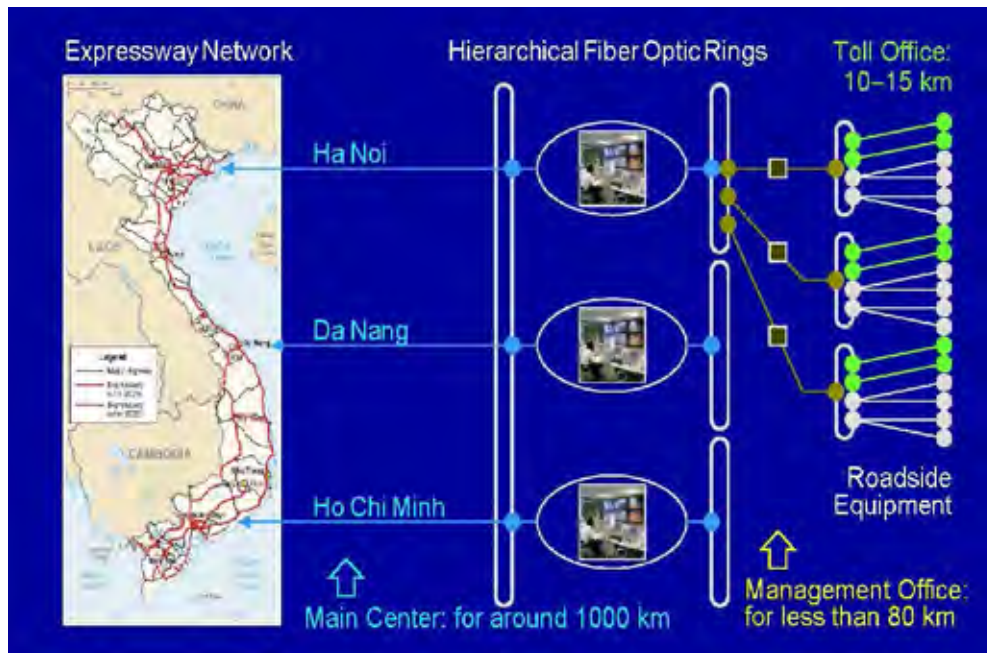
8.4 通信システム計画案

通信システム計画案には、通信ネットワークの接続性を確保するための、通信システムの全体計画と設計標準案が示されている。

- 通信システム全体計画
- 通信システム設計標準案

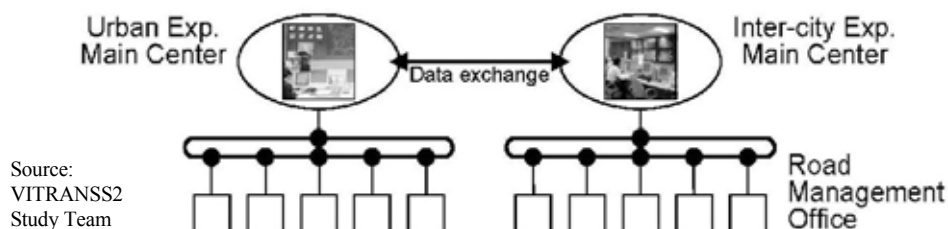
通信システム全体計画には、以下の項目についての検討結果が示されている。

- メインセンターの配置とネットワークの構成
- 通信ネットワーク管理
- 路側装置のための Terminal Layer
- 高速道路運用管理の基本手順
- 路側装置制御の統合
- 伝送方式



Source: VITRANSS2 Study Team

図 8.2 メインセンターの配置



Source:
VITRANSS2
Study Team

図 8.3 大都市圏でのセンター間の連携

通信システム設計標準案には、メインセンター、道路管理事務所、道路料金事務所、高速道路運用管理のための路側装置の間の通信に必要な仕様が示されている。

9. 高速道路統合のための ITS パイロットプロジェクトの計画

本章では、北部・中部・南部の各地域について対象道路網を想定して高速道路統合のための ITS パイロットプロジェクトの検討を行い、6 章、7 章、および ITS 技術基準案での検討結果に従ってプロジェクト実施に必要な概算コストを推計した。それらを踏まえて、パイロットプロジェクト実施についての結論を示した。

1) プロジェクト実施の背景

前章までの検討で、ITS 運用のためのフレームワーク構築案およびシステム構築のキーとなる方針を示し、ITS 技術基準案をまとめた。

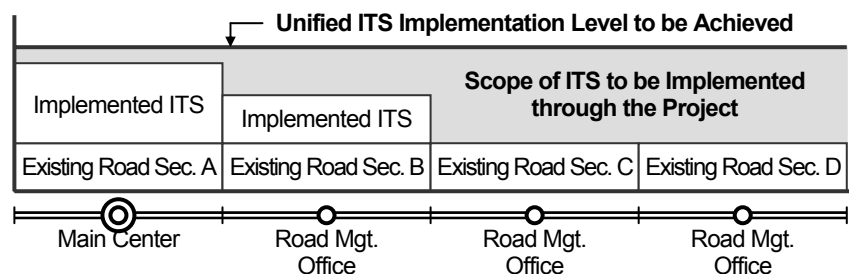
一方、ベトナムでは、日本の ODA をはじめとして、区間ごとに異なるドナーの下で高速道路の設計・建設が進められている。その結果、区間ごとに異なる ITS の提案がなされており、区間ごとに分割整備された ITS を如何にして統合するかが課題となっている。さらに、ノイバイに建設が計画されている都市間高速道路メインセンターと各区間を結ぶ通信網の整備も大きな課題である。

他方、ハノイやホーチミンから放射状に伸びる高速道路の建設が急ピッチで進められているのに対して、都市内の道路整備は十分と言えない状況にある。今後、高速道路の受け皿となる環状線を中心に、交通渋滞が頻発することが予想される。

このような中で、ITS 技術基準案のオーソライズに向けた次のステップとして、複数の道路区間に跨った統合的な ITS の整備手順を確立し、高速道路の O&M および大都市周辺で予想される交通問題の解決への活用の道筋を示すことが急務となっている。

2) プロジェクトの目的と位置づけ

ITS 技術基準案のオーソライズに向けて、複数の高速道路区間を含む道路網全体で ITS 整備水準を統一、システムを統合するための手順を検証・確立、ITS を利用した高速道路 O&M を始動し、大都市周辺の交通問題の解決への ITS 活用の道筋を示すことを目的とする。

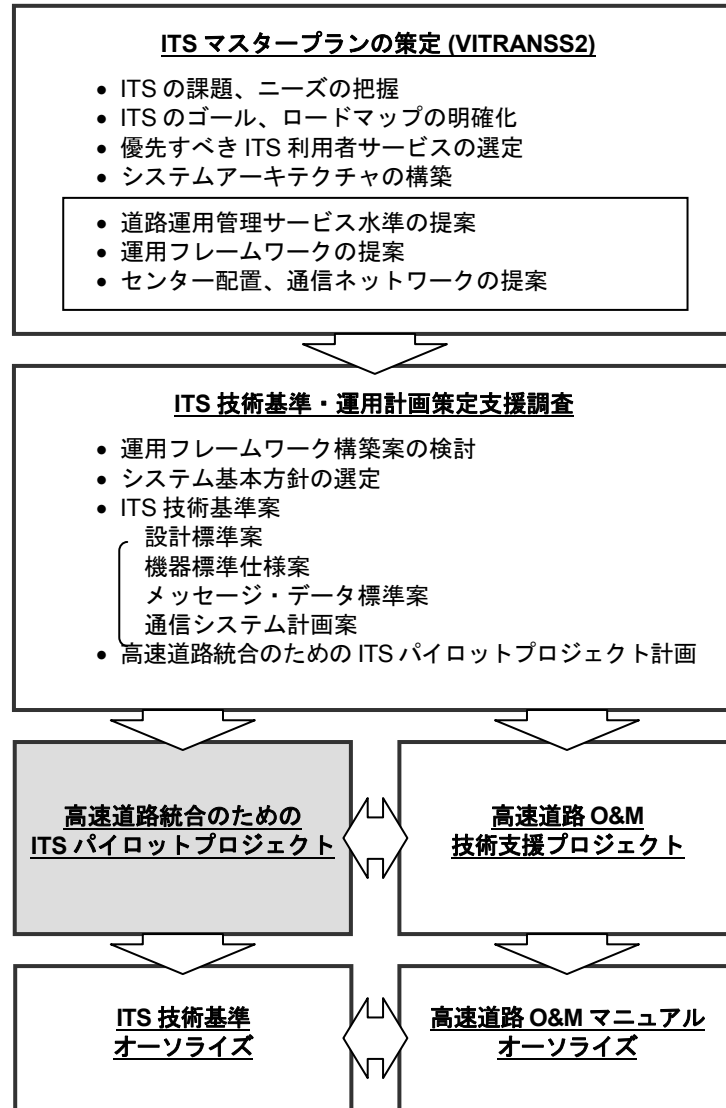


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.1 プロジェクト実施による ITS 整備水準の統一

ITS マスタープラン策定から ITS 技術基準案のレビュー、オーソライズまでの流れを次のフローチャートに示す。本プロジェクトは、ITS 技術基準案の実用性を検

証し、そのオーソライズを推進する段階として位置づけられる。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.2 プロジェクトの位置づけ

3) プロジェクトの実施時期

実施中の高速道路建設の進度に対応するため、本調査の ITS 技術基準案策定に引き続いて本プロジェクトの詳細設計を行い、2012～2013 年にその整備を実施するものとする。

4) プロジェクトの範囲

北部地域および南部地域の複数の高速道路区間を含む道路網（図 9.3 および図 9.10 参照）を対象エリアとし、以下の事項を本プロジェクトの対象範囲とする。

- (1) 区間ごとに整備された ITS を統合し、ITS の整備水準を統一する手順の検証・確立

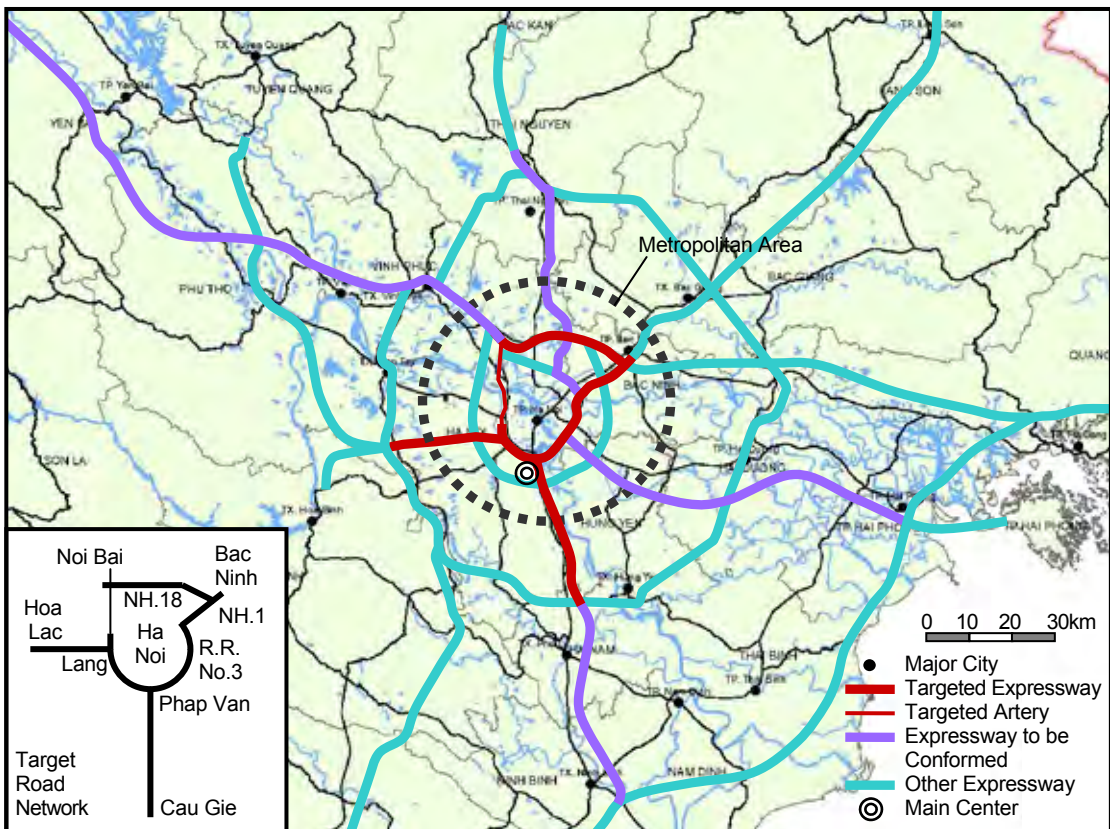
- 道路交通情報提供・管制システム
- 自動道路料金収受・管理システム
- 大型貨物車両管理システム
- 通信ネットワーク

(2) ITS 技術基準案において高速道路運用のために選択されたシステム基本方針の実用性の検証

北部地域のプロジェクトで対象とする道路網

北部地域では、次の 2 項目を前提条件として、下図の道路網を対象にプロジェクトを実施する。

- 2013 年までに概ね完成し、統合が必要な複数の自動車専用道路区間を含むこと
- 走行経路の選択性を提供する環状線の構成に必要な道路区間を網羅すること



Road Section	Length	Grade	Construction/Operation	Current Status
Ring Road No.3	40 km	Exp.+FR	MOT / DRVN+HPC	Under Const.
Lang-Hoa Lac	30 km	Exp.	MOT / DRVN	Completed
Phap Van-Cau Gie	40 km	Exp.	VEC / VEC	Completed
NH.1 (Ha Noi-Bac Ninh)	15 km	Exp.	MOT / DRVN	Completed
NH.18 (Noi Bai-Bac Ninh)	30 km	Exp.	MOT / DRVN	Completed
Total	155 km			
Expressways to be conformed	480 km			

Note, Exp.: Expressway, FR: Frontage Road

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.3 北部地域のプロジェクトで対象とする道路網

対象道路網の現在の状況は、以下の写真に示す通りである。ハノイ～コーゼー高速道路および国道 1 号線、環状 3 号線に道路料金所が設置されている。また、交通警察の CCTV カメラがハノイ～コーゼー高速道路に導入され、VMS がラン～ホアラク高速道路および環状 3 号線にすでに導入されている。

図 9.4 対象道路網の現在の状況



Widening of Bridge on NH.1



Tollgate on NH.1



Through Lanes of Ring Road No.3



Signs on Ha Noi-Cau Gie



CCTV Camera on Ha Noi-Cau Gie



Overview of Ring Road No.3



Overview of Ring Road No.3



VMS on Lang-Hoa Lac



Through Lanes of Lang-Hoa Lac



Ring Road No.3 at Mai Dich



VMS on Ring Road No.3



Tollgate on Ring Road No.3



JCT of Ring Road No.3 and NH.18



Through Lanes of NH.18



JCT of NH.18 and NH.1

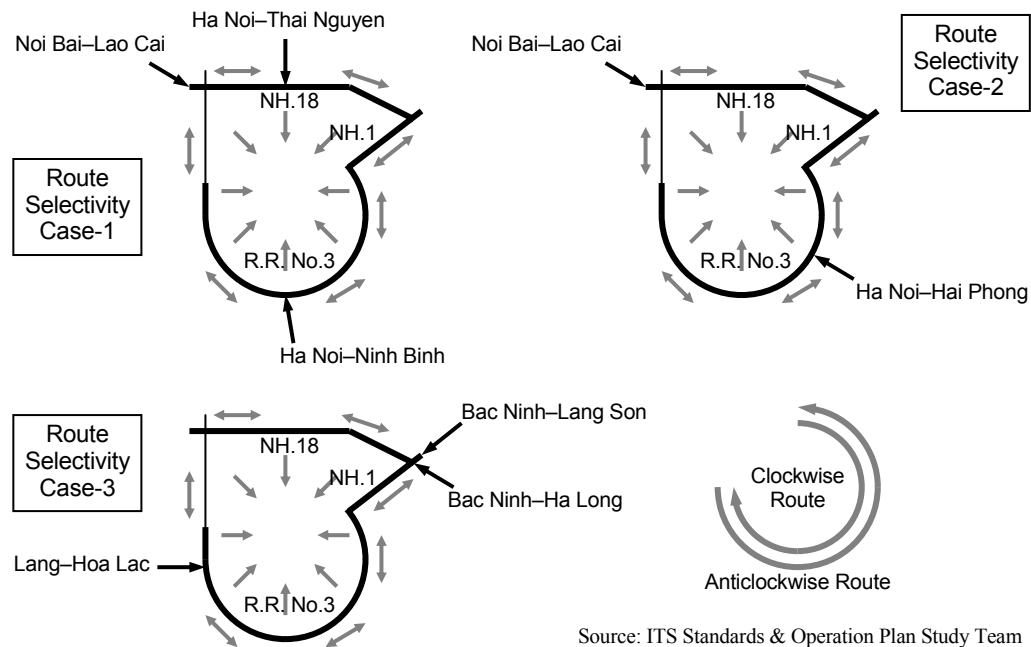
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

北部地域のプロジェクトの検討で想定する大都市周辺の交通問題の解決方策

方策 1：ITS 導入による走行経路の選択性の向上

下図に示す環状の自動車専用道路に沿って交通情報提供・管制システムの路側装置を設置して、事故や交通渋滞などの発生状況を放射状道路からハノイ市内に流入する交通や通過交通に知らせることは、円滑な交通の確保に有効である。これにより、ドライバーが時計回りまたは反時計回りの経路や出口インターチェンジを適切に選択して障害を回避することが可能になる。

さらに、環状道路の出入口インターチェンジのランプ上や放射状道路の本線上に置かれる道路料金所に ETC を導入することにより、ボトルネックを解消し、交通の円滑性をさらに向上することができる。



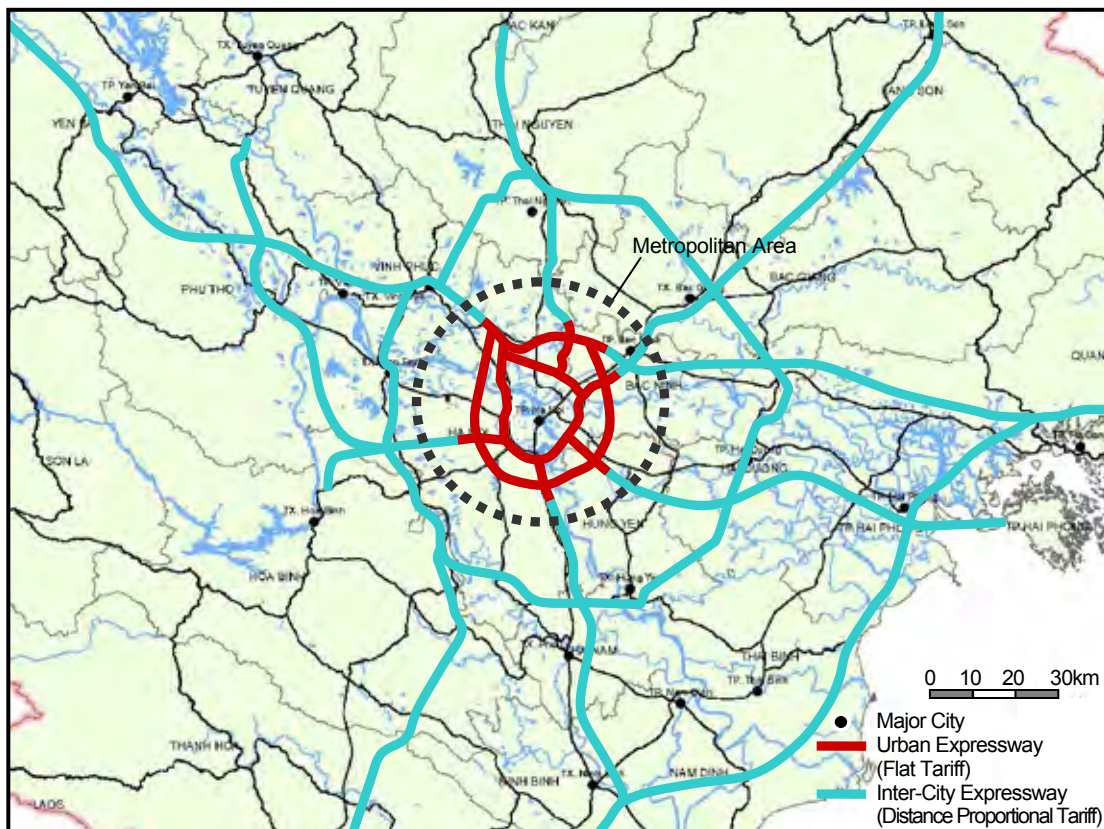
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.5 ITS を導入した環状の自動車専用道路による経路選択性

方策 2：複合道路料金体系による走行経路の選択性の向上

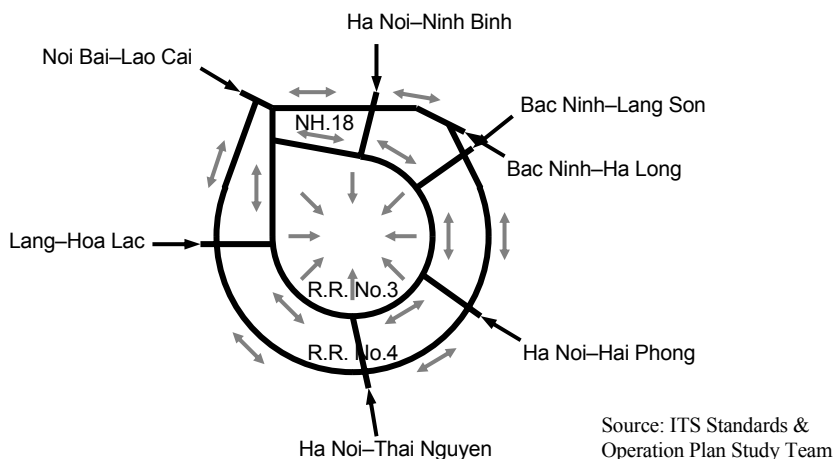
ベトナムでは、“TCVN 5729/2007: Expressway Standard for Design” で高速道路を Closed System とすると定められ、距離比例道路料金体系の採用が検討されている。距離比例道路料金体系は、走行距離の長い都市間高速道路網での利用者への公平性の確保に適している。しかし、大都市圏での経路選択による交通の分散には均一料金体系の採用が有効である。

以上の視点から、将来のハノイ大都市圏の最適解として、下図に示す複合料金体系を提案する。環状 4 号線より内側の都市内高速道路を均一料金とし、放射状高速道路上の環状 4 号線のすぐ外側に本線料金所を設置して、その外側の都市間高速道路を距離比例料金とするものである。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.6 北部地域における複合道路料金体系



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.7 環状 3 号線および 4 号線による経路選択性

環状 3 号線および 4 号線に沿って交通情報提供・管制システムの路側装置を設置し、さらにインターチェンジの道路料金所に ETC を導入してボトルネックを解消することにより、事故や交通渋滞の発生状況に応じてドライバーが 2 つの環状線を適切に組合わせて利用することが可能になり、円滑な交通が確保される。

方策 3：道路網の分担管理体制の構築

“Decision 1734/QĐ-TTg: Approving the Vietnam Expressway Network Development Master Plan toward 2020 and a vision beyond 2020” に示される、計画路線を含め

たベトナム北部の高速道路網は下表に示す通り。

表 9.1 北部地域の高速道路ネットワーク計画

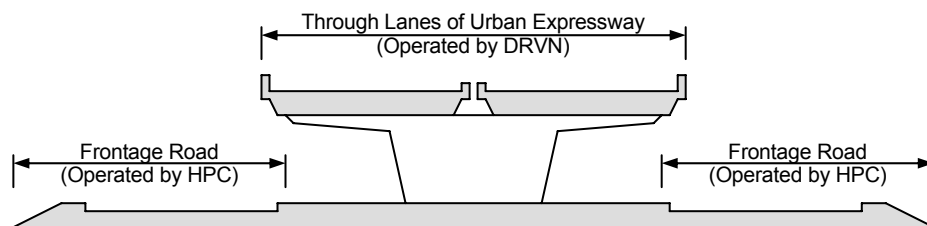
Road Section	Length	Grade	Operation
Ring Road No.3 *	56 km (106 km)	Exp.+FR	DRVN+HPC
Ring Road No.4 **	125 km (160 km)	Exp.+FR	DRVN+HPC
Urban Expressway Total	181 km (266 km)		
Lang-Hoa Lac-Hoa Binh ***	56 km (46 km)	Exp.	DRVN
Phap Van-Ninh Binh ***	90 km (80 km)	Exp.	VEC
Ha Noi-Hai Phong ***	105 km (95 km)	Exp.	
Noi Bai-Bac Ninh-Ha long-Mong Cai ***	294 km (264 km)	Exp.	
Bac Ninh-Bac Giang-Lang Son ***	130 km (120 km)	Exp.	
Ha Noi-Thai Nguyen-Bac kan ***	90 km (80 km)	Exp.	
Ha Noi-Viet Tri-Lao Cai ***	264 km (254 km)	Exp.	
Ninh Binh-Hai Phong-Quang Ninh	160 km	Exp.	
Ring Road No.5		Exp.	
Inter-City Expressway Total	1189 km (1099 km)		

Note, Exp.: Expressway, FR: Frontage Road, * : Including radial expressways inside of Ring Road No.4, ** : Including National Highway No.18 inside of Ring Road No.4, ** : Outside of Ring Road No.4

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

道路延長が確定していない Ring Road No.5 を除けば、ITS マスタープランの第 2 ステージ末 (2020 年) までのベトナム北部の都市間高速道路網の総延長は約 1000km であり、一つのメインセンターによる統括的な管理が可能である。ただし、高速道路の各区間の管理は、VEC ばかりでなく、多くの BOT 投資企業によって分担されるものと考えられる。

道路管理については、交通渋滞の頻発が予想される都市内高速道路を DRVN が管理し、都市間高速道路を VEC や BOT-Investor が 6.1 節および 6.2 節で示した枠組みの中で分担管理することを想定する。

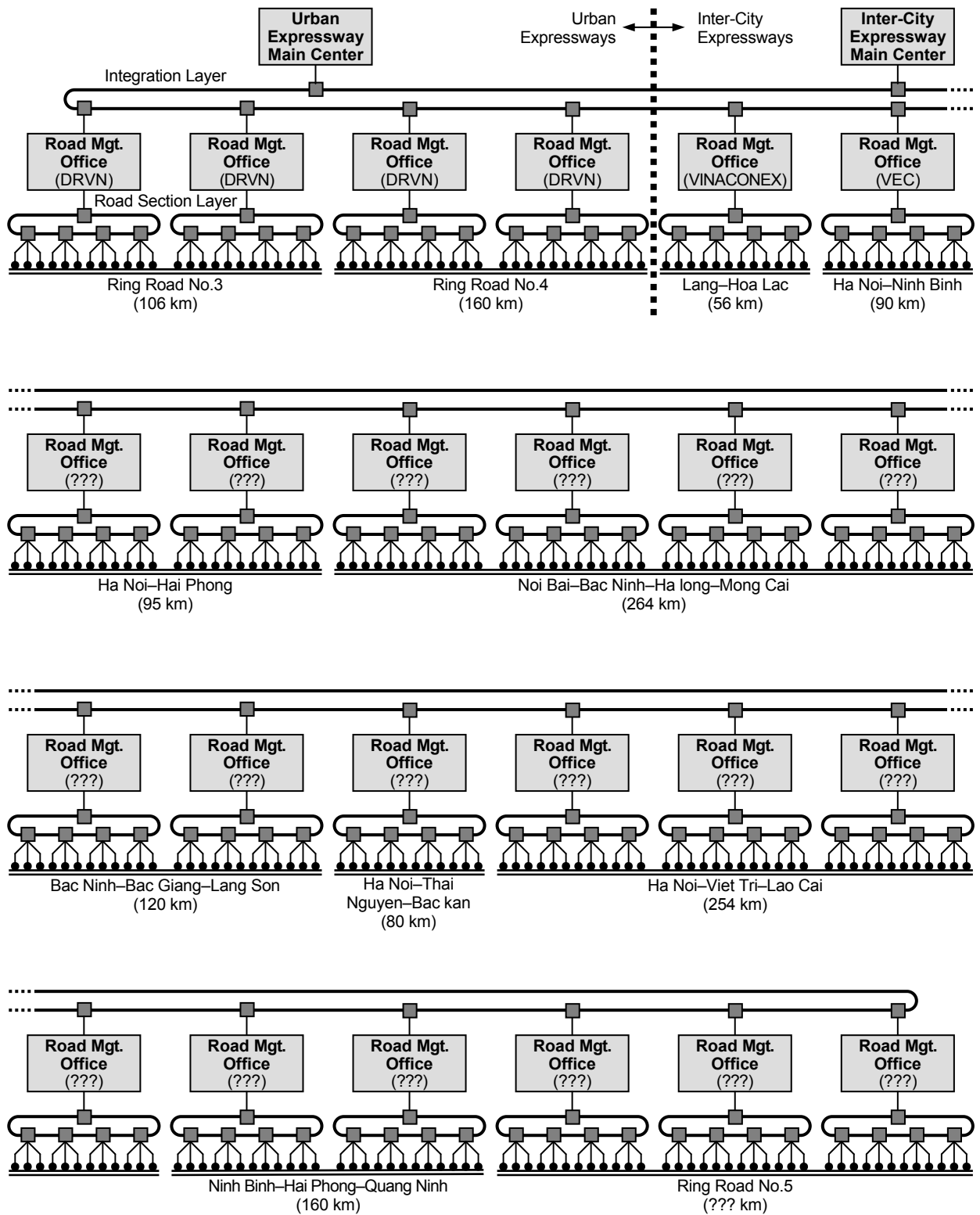


Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.8 環状 3 号線と 4 号線の分担管理

環状 3 号線と環状 4 号線については、上図に示すように、側道は一般幹線道路としてハノイ市が管理し、本線は都市内高速道路として DRVN が管理することを提案する。

以上の考え方にに基づき、本調査では、北部地域の第 2 ステージ末 (2020 年) 時点の都市内および都市間高速道路網の道路管理事務所構成、すなわち分割管理体制への展開を想定してプロジェクトの検討を行う。



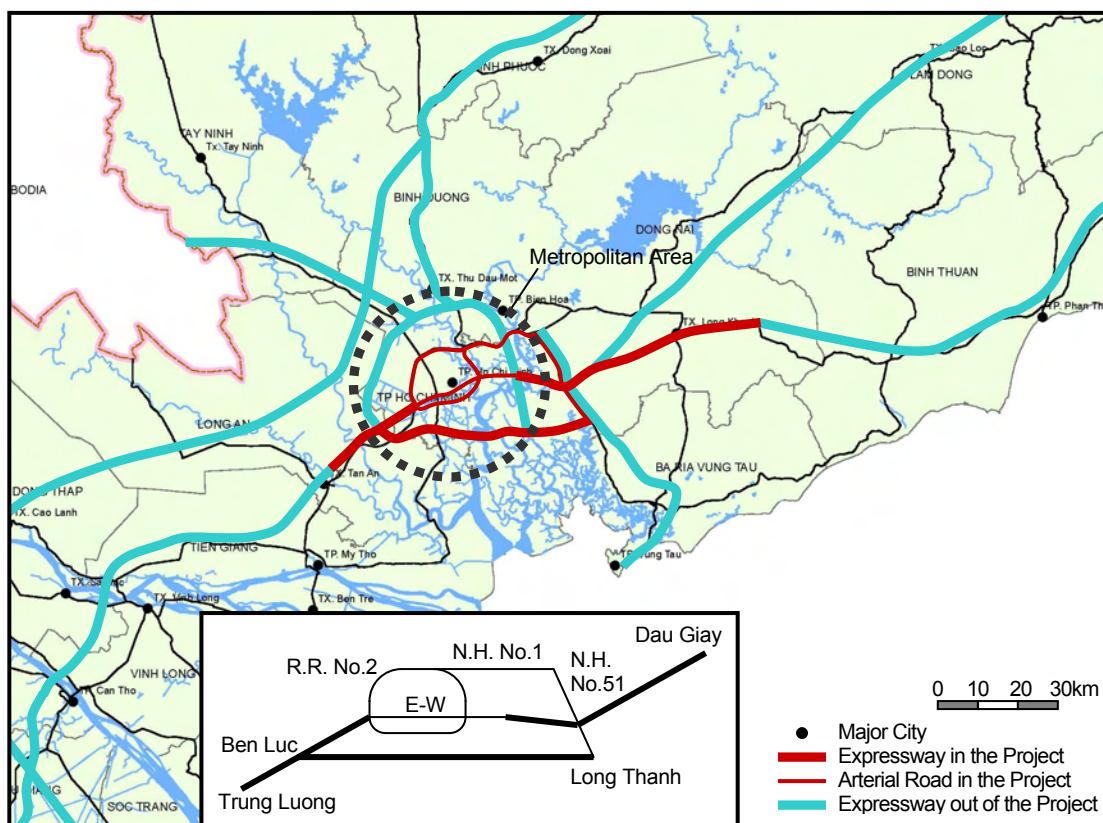
Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.9 北部地域の高速道路網の分担管理体制

南部地域のプロジェクトで対象とする道路網

北部地域では、北部地域と同様に次の 2 項目を前提条件として、下図の道路網を対象にプロジェクトを実施する。

- 2013 年までに概ね完成し、統合が必要な複数の自動車専用道路区間を含むこと
- 走行経路の選択性を提供する環状線の構成に必要な道路区間を網羅すること



Road Section	Length	Grade	Construction/Operation	Current Status
HCMC – Trung Luong	40 km	Exp.	VIDB / VIDB	Completed
Ben Luc – Long Thanh	55 km	Exp.	VEC / VEC	Under Design
Ring Road No.2	40 km	Artery		
East-West Highway	25 km	Artery	HCMC / HCMC	Under Const.
National Highway No.1	20 km	Artery		Completed
National Highway No.51	30 km	Artery		Completed
HCMC – Dau Giay	60 km	Exp.	VEC / VEC	PQ for Const.
Total	270 km			

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.10 南部地域のプロジェクトで対象とする道路網

ただし、南部地域での高速道路網の体系化はまだ不明確であり、都市内・都市間を含めた HCMC 大都市圏における複合道路料金体系や分担道路管理体制のあるべき姿を示すには、他の多くの調査の成果を待つ必要がある。

以上の状況を踏まえ、本調査では、2012～2013 年時点での道路整備延長などに着目し、量的な観点だけから南部地域のプロジェクトの実施に必要なコストの推計を行うものとする。

中部地域のプロジェクトで対象とする道路網

中部地域で 2012～2013 年までに建設が計画されている高速道路は Da Nag – Quang Ngai 区間のみであり、複数の高速道路区間を含む道路網全体で ITS 整備水準を統一、システムを統合するためのプロジェクトを実施するには時期尚早と判断される。したがって、本調査では、中部地域でのパイロットプロジェクト計画の検討は行わないものとする。

5) 北部地域のプロジェクトの概要

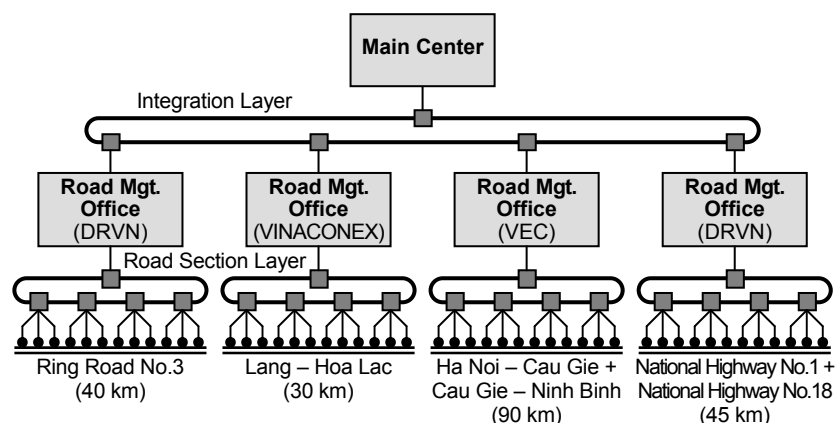
(1) 実施内容

北部地域のプロジェクトでは、ITS 整備水準の統一とシステム統合を目的として以下の内容を実施するものとする。

- 対象道路網の道路管理事務所・路側装置の全体を網羅するメインセンターと通信ネットワークの整備、およびネットワーク管理の始動
- 対象道路網全体を統合した交通情報提供・管制システムの整備、および交通管制の始動
- 対象道路網全体を統合した自動道路料金収受システムの整備、および道路料金管理・銀行決済・エンフォースメントの始動
- 対象道路網全体を統合した過積載取締りシステムの整備、およびエンフォースメントの始動
- システムの収容スペースが不足するメインセンター・道路管理事務所・道路料金事務所の建築物の追加整備
- 区間ごとに整備された ITS を統合する手順の検証・確立、および ITS 整備水準の統一
- ITS 統合手順の検証結果の ITS 技術基準案へのフィードバック

(2) 道路管理体制

北部地域では、下図に示す道路管理事務所構成を想定する。



Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

図 9.11 北部地域の道路管理事務所構成

6 章で示した分担道路管理をハノイの大都市圏での将来像として想定する。その視点から、本プロジェクトで整備する道路管理事務所のうち 1 箇所は、将来、このエリアの都市内高速道路メインセンターへの移行するものと位置づける。

(3) 対象道路網に関する主な諸元

北部地域のプロジェクトで対象とする道路網の主な諸元は、以下の通り。

- 高速道路延長: 205 km
- インターチェンジ箇所数: 15
- ジャンクション箇所数: 2
- 道路料金所箇所数: 6 (ETC 導入対象料金所 6, タッチ& ゴー導入対象料金所 3, 軸重計測導入対象料金所 6)
- 悪天候頻発想定箇所数: 3
- 交通事故多発想定箇所数: 3
- 交通渋滞多発想定箇所数: 3

(4) プロジェクト実施に必要な主な数量

本報告書および設計標準案、通信システム計画案の以下の各章および節に示した検討結果に基づいて、プロジェクトで構築するシステムの構成を設定し、センター整備に必要な主な数量を算出する。

- 全体システム構成 報告書 6.1 節、設計標準案 (1)、(2)、(3)
- メインセンターの機能・配置 報告書 6.2 節、6.6 節、通シ計画案 3 章
- 道路管理事務所の機能・配置 報告書 3.4 節、通シ計画案 9.11 節
- 道路料金事務所の機能・配置 報告書 6.9 節、通シ計画案 9.11 節

以下の各章および節に示した検討結果に基づいて、必要な路側装置の主な数量を算出する。

- CCTV カメラの配置 報告書 7.1 節、設計標準案 (1) 19 章
- 車両検知器の配置 報告書 7.2 節、設計標準案 (1) 19 章
- 気象センサーの配置 設計標準案 (1) 19 章
- VMS の配置 設計標準案 (1) 19 章
- 料金所車線の配置 報告書 7.5 節、設計標準案 (2) 15 章
- 軸重計測装置の配置 報告書 7.7 節、設計標準案 (3) 10 章

以下の各章および節に示した検討結果に基づいて、プロジェクトの通信ネットワークの整備に必要な主な数量を算出する。

- 路側装置制御の統合化 報告書 7.8 節、通シ計画案の 7 章
- 伝送方式 報告書 7.9 節、通シ計画案の 8 章、9.11 節

北部地域のプロジェクトにおける各機能パッケージおよび装置コンポーネントの必要数量は下表に示す通り。

表 9.2 北部地域のプロジェクト実施必要数量

項目		単位	数量
1	メインセンター	Set	1
2	道路管理事務所	Set	4
3	道路料金事務所 (料金所ブース)	Set	6(48)
4	CCTV カメラ	Set	78
5	事象検知器	Set	3
6	車両検知器	Set	6
7	気象センサー	Set	3
8	VMS	Set	70
9	ETC 路側装置	Set	16
10	タッチ&ゴー路側装置	Set	10
11	車載器 (OBU)	Set	100,000
12	軸重計測装置	Set	14
13	光ファイバケーブル	Km	584
14	通信管路	Km	340

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

(5) プロジェクト実施に必要な概算コスト

北部地域のプロジェクトの実施に必要な概算コストは下表に示す通り。

表 9.3 北部地域のプロジェクト実施概算コスト

項目	コスト	
	千円	100 万 VND
1	1,479,643	365,344
2	1,736,417	428,745
3	177,657	43,866
4	912,716	225,362
5	98,561	24,336
6	4,404,994	1,087,653
7	440,499	108,765
8	4,845,493	1,196,418

注) 上記の結果には大規模な新たな建築物に要するコストは含まない。

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

この概算コストの推計は、本報告書 7 章のシステム基本方針の選択結果および機器標準仕様案に示した検討結果に基づいて行った。

6) 南部地域のプロジェクトの概要

(1) 実施内容

南部地域のプロジェクトでは、ITS 整備水準の統一とシステム統合を目的として以下の内容を実施するものとする。

- 対象道路網の道路管理事務所・路側装置の全体を網羅するメインセンターと通信ネットワークの整備、およびネットワーク管理の始動

- 対象道路網全体を統合した交通情報提供・管制システムの整備、および交通管制の始動
- 対象道路網全体を統合した自動道路料金収受システムの整備、および道路料金管理・銀行決済・エンフォースメントの始動
- 対象道路網全体を統合した過積載取締りシステムの整備、およびエンフォースメントの始動
- システムの収容スペースが不足するメインセンター・道路管理事務所・道路料金事務所の建築物の追加整備
- 区間ごとに整備された ITS を統合する手順の検証・確立、および ITS 整備水準の統一
- ITS 統合手順の検証結果の ITS 技術基準案へのフィードバック

(2) 道路管理体制

南部地域では、下図に示す道路管理事務所構成を想定する。

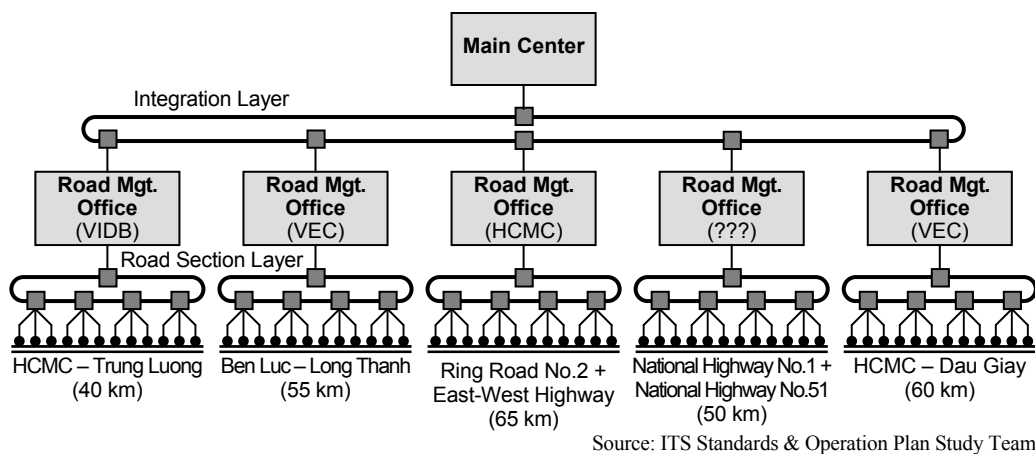


図 9.12 南部地域の道路管理事務所構成

(3) 対象道路網に関する主な諸元

南部地域のプロジェクトで対象とする道路網の主な諸元は、以下の通り。

- 高速道路延長: 270 km
- インターチェンジ箇所数: 19
- ジャンクション箇所数: 1
- 道路料金所箇所数: 8 (ETC 導入対象料金所 8, タッチ&ゴー導入対象料金所 3, 軸重計測導入対象料金所 8)
- 悪天候頻発想定箇所数: 3
- 交通事故多発想定箇所数: 3
- 交通渋滞多発想定箇所数: 3

(4) プロジェクト実施に必要な主な数量

本報告書および設計標準案、通信システム計画案の以下の各章および節に示した検討結果に基づいて、プロジェクトで構築するシステムの構成を設定し、センター整備に必要な主な数量を算出する。

- 全体システム構成 報告書 6.1 節、設計標準案 (1)、(2)、(3)
- メインセンターの機能・配置 報告書 6.2 節、6.6 節、通シ計画案 3 章
- 道路管理事務所の機能・配置 報告書 3.4 節、通シ計画案 9.11 節
- 道路料金事務所の機能・配置 報告書 6.9 節、通シ計画案 9.11 節

以下の各章および節に示した検討結果に基づいて、必要な路側装置の主な数量を算出する。

- CCTV カメラの配置 報告書 7.1 節、設計標準案 (1) 19 章
- 車両検知器の配置 報告書 7.2 節、設計標準案 (1) 19 章
- 気象センサーの配置 設計標準案 (1) 19 章
- VMS の配置 設計標準案 (1) 19 章
- 料金所車線の配置 報告書 7.5 節、設計標準案 (2) 15 章
- 軸重計測装置の配置 報告書 7.7 節、設計標準案 (3) 10 章

以下の各章および節に示した検討結果に基づいて、プロジェクトの通信ネットワークの整備に必要な主な数量を算出する。

- 路側装置制御の統合化 報告書 7.8 節、通シ計画案の 7 章
- 伝送方式 報告書 7.9 節、通シ計画案の 8 章、9.11 節

南部地域のプロジェクトにおける各機能パッケージおよび装置コンポーネントの必要数量は下表に示す通り。

表 9.4 南部地域のプロジェクト実施必要数量

項目		単位	数量
1	メインセンター	Set	1
2	道路管理事務所	Set	5
3	道路料金事務所 (料金所ブース)	Set	8 (62)
4	CCTV カメラ	Set	135
5	事象検知器	Set	3
6	車両検知器	Set	6
7	気象センサー	Set	3
8	VMS	Set	88
9	ETC 路側装置	Set	20
10	タッチ&ゴー路側装置	Set	11
11	車載器 (OBU)	Set	100,000
12	軸重計測装置	Set	18
13	光ファイバケーブル	Km	933
14	通信管路	Km	584

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

(5) プロジェクト実施に必要な概算コスト

南部地域のプロジェクトの実施に必要な概算コストは下表に示す通り。

表 9.5 南部地域のプロジェクト実施概算コスト

項 目		コスト	
		千円	100 万 VND
1	道路交通情報提供・管制	1,461,556	360,878
2	自動道路料金収受・管理	1,862,004	459,754
3	大型貨物車両管理	234,665	57,942
4	通信システム	1,286,807	317,730
5	電力供給施設	190,548	47,049
6	小計 (1+2+3+4+5)	5,035,580	1,243,353
7	税金 (10% of 6)	503,558	124,335
8	合計 (6+7)	5,539,138	1,367,688

注) 上記の結果には大規模な新たな建築物に要するコストは含まない。

Source: ITS Standards & Operation Plan Study Team

この概算コストの推計は、本報告書 7 章のシステム基本方針の選択結果および機器標準仕様案に示した検討結果に基づいて行った。

7) 結論

パイロットプロジェクトの実施に際しては、6 章で検討した ITS を利用した高速道路運用管理の枠組みの構築が不可欠であることや、南部地域の高速道路網の体系化はまだ不明確であることを考慮する必要がある。その結果として、本調査では、区間ごとに整備した ITS を統合する手順の確立と ITS 整備水準の統一を推進するため、北部地域のプロジェクトを優先的に実施すべきであることを結論とする。

10. ITS 段階的整備のための方策のまとめ

これまで、ベトナムの全国高速道路網を対象とした ITS の検討は個別高速道路区間の建設プロジェクトの中で行われていたため、高速道路網全体の統合に必要な以下の視点からの検討が行われていなかった。

- 高速道路運用のサービス水準の設定
- ITS を利用した高速道路運用に必要な枠組み構築
- システム構築の前提となる基本方針の選択
- システムの構成、設計の考え方、実現方法の統一
- 通信ネットワークの接続性の確保
- メッセージ・データの相互運用性の確保
- 装置コンポーネントの互換性の確保

ITS は、センター間でのデータ交換だけで実現可能な一般的な情報サービスとは異なり、一つのセンターから多数の路側機器のコントロールするためのシステムや通信ネットワーク自体の構築を含んでいる。これらの構築においては、事前に全体の方針やシステム構成を決めておくことが不可欠である。

そこで本調査では、これらの課題の解決策について検討し、その結果を、以下のように報告書と ITS 技術基準案に示した。

- (1) 高速道路運用のサービス水準の設定 → 報告書 3.4 節
- (2) ITS を利用した高速道路運用管理に必要な枠組み構築 → 報告書 6 章
- (3) システム構築の前提となる基本方針の選択 → 報告書 7 章
- (4) システムの構成、設計の考え方、実現方法の統一 → 設計基準案
- (5) 通信ネットワークの接続性の確保 → 通信システム計画案
- (6) メッセージ・データの相互運用性の確保 → メッセージ・データ基準案
- (7) 装置コンポーネントの互換性の確保 → 機器標準仕様案

これらに加えて、本調査の成果として、ITS 技術基準案に基づいたシステム整備の第一段階として、標準化 ITS 導入プロジェクト計画を示した。

異なる複数の高速道路区間で整備される ITS においても、本報告書に示した基本思想を前提とし、ITS 技術基準案に示した規定を適用することにより、システム間の整合性を確保できる。同時に、この整合性確保の実現によって、区間ごとに進められる高速道路の建設に合わせた段階的な ITS の整備が可能となる。