

ベトナム北部
高度道路交通システム統合事業準備調査
報告書（要約版）

平成 27 年 11 月
（2015 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グローバル
首都高速道路株式会社
株式会社 ネクスコ東日本エンジニアリング
株式会社 交通総合研究所
アビームコンサルティング株式会社

東大
CR(5)
15-054

ベトナム北部
高度道路交通システム統合事業準備調査
報告書（要約版）

平成 27 年 11 月
（2015 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グローバル
首都高速道路株式会社
株式会社 ネクスコ東日本エンジニアリング
株式会社 交通総合研究所
アビームコンサルティング株式会社

目 次

1.	調査の背景と必要性	1
2.	調査の目的	2
3.	調査の範囲	2
4.	調査の位置づけ	4
5.	ITS を利用した高速道路の運用フレームワーク	4
6.	システム運用管理計画	5
7.	システムの基本方針	5
8.	推奨される交通情報提供・管制システム	6
9.	事業の基本設計	8
10.	事業のフィージビリティ調査	18
11.	事業実施計画	20
12.	システム接続・連携仕様	24

➤ 1. 調査の背景と必要性

ベトナムでは毎年 10%近い高い伸び率で自動車登録台数が増加しており、今後もさらなる増加が見込まれる。このような交通量の急速な増加に対処し産業の発展を促進するため、全国規模で高速道路の建設が進められている。なかでもベトナム北部のハノイ首都圏では、複数の放射状高速道路およびそれらを束ねる環状 3 号線などから成る高規格道路網の整備が進んでいる。

他方、ベトナムでは交通事故の増加が大きな問題となっている。HCMC - Trung Luong 高速道路では、2010 年 2 月の供用開始からの 18 ヶ月間に 113 件の事故が発生し、1.8 件/km/年という高い事故発生率が記録された。

ベトナムでは高速道路での事故発生を走行中のドライバーに知らせる情報板や事故状況を把握する手段の整備が進んでいないため、事故現場への車両流入を適時に規制できず、事故処理に時間を要している。また、自動料金収受システムの有効利用が遅れており、料金所渋滞の増加が懸念されている。そのため、事故の早期発見と正確な状況把握、交通規制の速やかな決定、情報の提供等を行う交通管制システムや、自動料金収受システム(ETC)の整備が喫緊の課題となっている。

他方、ベトナムでは高速道路網の整備が区間ごとに異なる財源によって行われており、バラバラに整備された道路網の統合的な管理が課題となっており、複数の異なる道路管理者をまとめる仕組みの構築が求められている。そのため、標準化・統合化された形で高度道路交通システム(ITS)を整備し、効率的な道路管理を実現することが検討されている。しかし、ITS に係る技術基準が未策定であるため、各区間の事業主が独自に ITS 機材を選定しており、通信の相互接続性やデータの相互運用性に支障をきたすことが懸念されている。

以上の状況から、ベトナム政府が策定中の ITS 技術基準との整合性を確保しつつ、今後建設される高速道路への適用も視野に入れて ITS の統合を推進するプロジェクトを実施し、高速道路の有効利用を推進することが強く求められている。

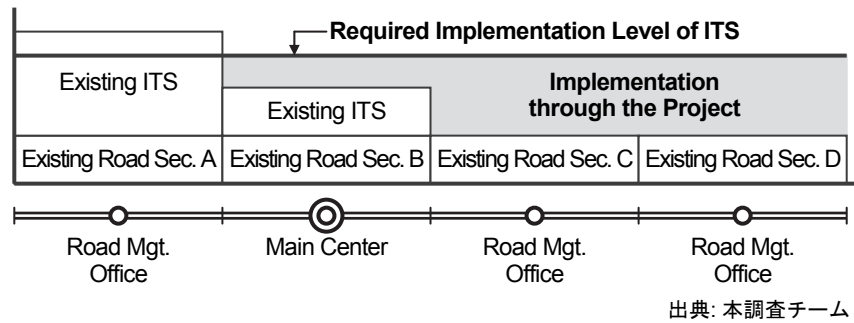
直面する ITS 統合の必要性

ITS の実現には、多くのセンサーと路側機器を通信網で結び、必要なデータの交換を行う必要があり、区間ごとにバラバラな導入によって引き起こされる問題を解決する必要がある。そのためには、以下の 3 つの原則に留意し、標準化・統合化された形で ITS の整備を進める必要がある。

- 相互接続性：異なる高速道路区間に導入されるシステム間の通信インターフェースの接続性を確保すること。
- 相互運用性：異なる道路管理者によって運用される複数のシステム間でのデータの共通利用を確保すること。
- 互換性：異なるサプライヤによって供給される複数のシステム間での機器の共通利用性を確保すること。

事業の実施に求められているものは、事業対象道路網に相応しい水準の ITS の整備、統合的な高速道路の運用管理に必要な北部地域メインセンターの建設、ITS 統合の手順の確立、ITS を利用した高速道路運用管理の始動、ITS による首都圏高速道路網での交通問題の解決である。

図 1.1 事業実施による ITS 整備水準の確保



➤ 2. 調査の目的

高速道路網の整備が急速に進むベトナム北部地域に道路交通情報を統合的に管理する ITS を整備することにより交通の円滑化を図り、ベトナム北部地域の経済成長促進及び国際競争力強化に寄与することを狙いとするベトナム北部高度道路交通システム統合事業について、当該事業を我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な情報収集・整理・調査を行うことを目的とする。

➤ 3. 調査の範囲

1) 調査対象地域

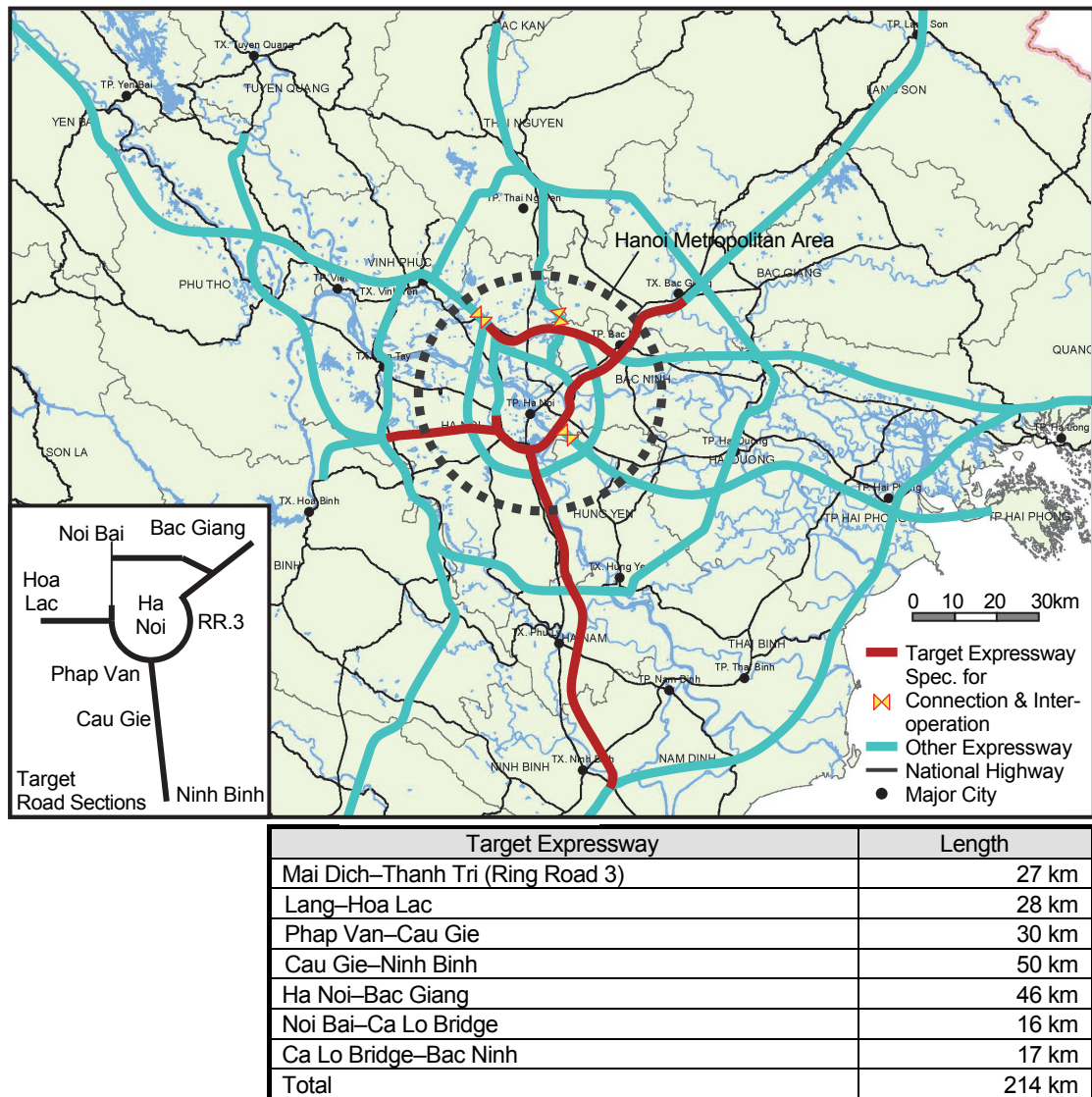
ハノイ市及びその周辺省を含む地域。(次のページに図示)

2) 調査対象システム

本調査では、ITS マスタープランに示される利用者サービスを実現する以下のシステムを対象に ITS 統合事業の検討および評価を行う。

- 交通情報提供・管制システム
- ノンストップ道路料金収受システム
- 大型貨物車両管理システム
- 通信システム

図 3.1 調査対象地域および事業対象道路網



出典: 本調査チーム

3) 調査成果

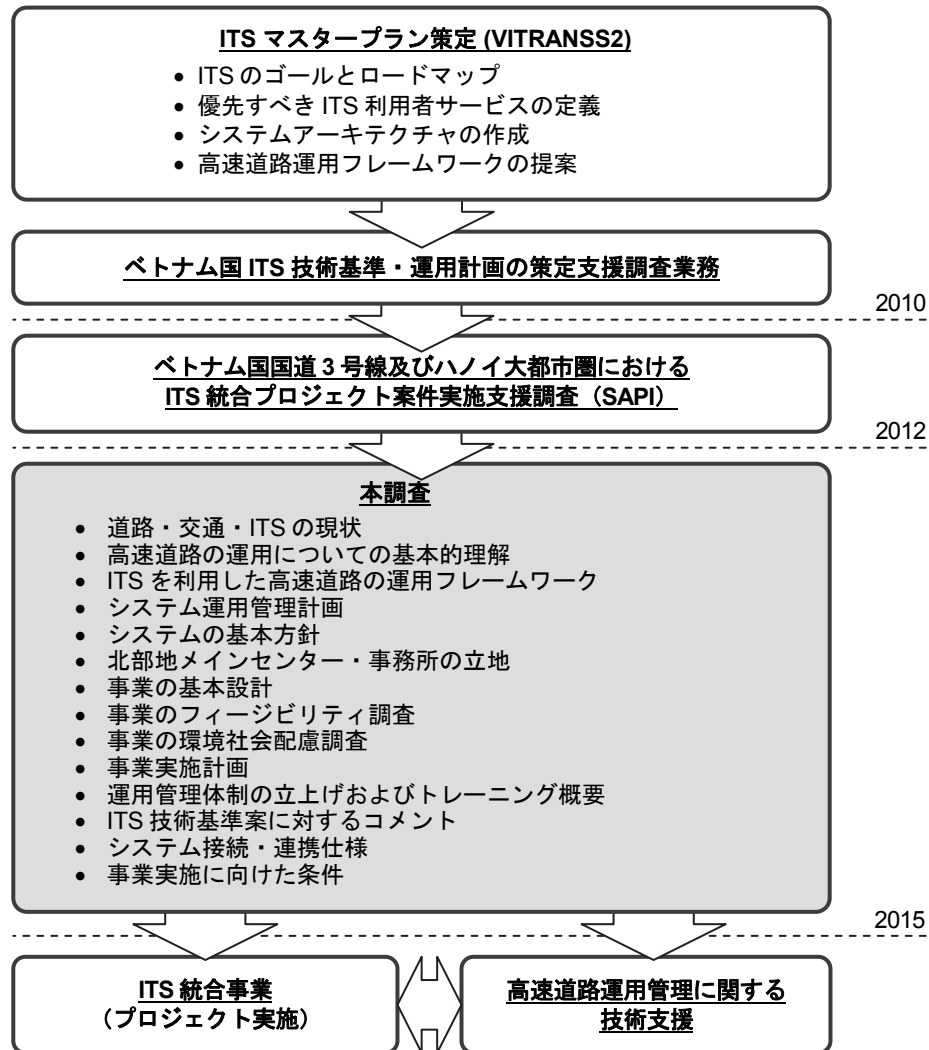
以下の 5 つを本調査の成果とする

- ITS 統合事業の FS 報告書
- 事業の基本設計（報告書、図面、仕様書を含む）
- 事業実施計画（調達方法留意事項を含む）
- システム運用管理計画（ITS 基本計画、システム運用管理マニュアルを含む）
- システム接続・連携仕様

➤ 4. 調査の位置づけ

ITS マスタープラン策定から ITS 統合事業に至る流れは、下図に示す通り。前掲の 5 項目を成果とする本調査は、その要石として位置づけられる

図 4.1 調査の位置づけ



出典: 本調査チーム

➤ 5. ITS を利用した高速道路の運用フレームワーク

高速道路の運用管理に必要となる枠組みについて検討し、推奨されるものを挙げた。

- 高速道路運用の全体枠組み
- サービス水準コントロールの枠組み
- 交通管理の枠組み
- 113 通報・警察車両派遣の枠組み
- 115 通報・救急車派遣の枠組み
- 道路管理者への事故通報の枠組み

- 交通規制実施・事故処理の枠組み
- 道路・交通監視の枠組み
- 交通イベントデータ管理の枠組み
- 交通情報提供の枠組み
- 道路料金管理の枠組み
- 道路料金決済の枠組み
- IC カード発行・運用の枠組み
- OBU 登録・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
- 統合データ管理の枠組み
- 通信ネットワーク管理の枠組み
- 電波周波数管理の枠組み
- システム維持管理の枠組み

➤ 6. システム運用管理計画

システムの運用管理についての検討を行い、以下の事項について検討結果を得た。
(Appendix-1 参照)

- 高速道路運用管理の枠組み（ITS 運用基本計画の検討として）
- システム運用管理における役割分担
- イベントトレース図（システム運用管理計画の検討として）
- 画面遷移図（システム運用管理マニュアルの検討として）
- システム運用管理トレーニングの基本方針

➤ 7. システムの基本方針

以下の基本方針について、高速道路の運用管理への適合性の観点から検討した。

- CCTV カメラの配置
- 画像認識によるイベント検知
- 車両検知器の配置
- 統合化・優先順位づけされた交通情報提供
- ETC 用路車間通信
- プリペイド残高の確認方法
- コンタクトレス IC カードの方式
- 軸重計の配置
- 路側装置コントロールの統合
- 通信方式

➤ 8. 推奨される交通情報提供・管制システム

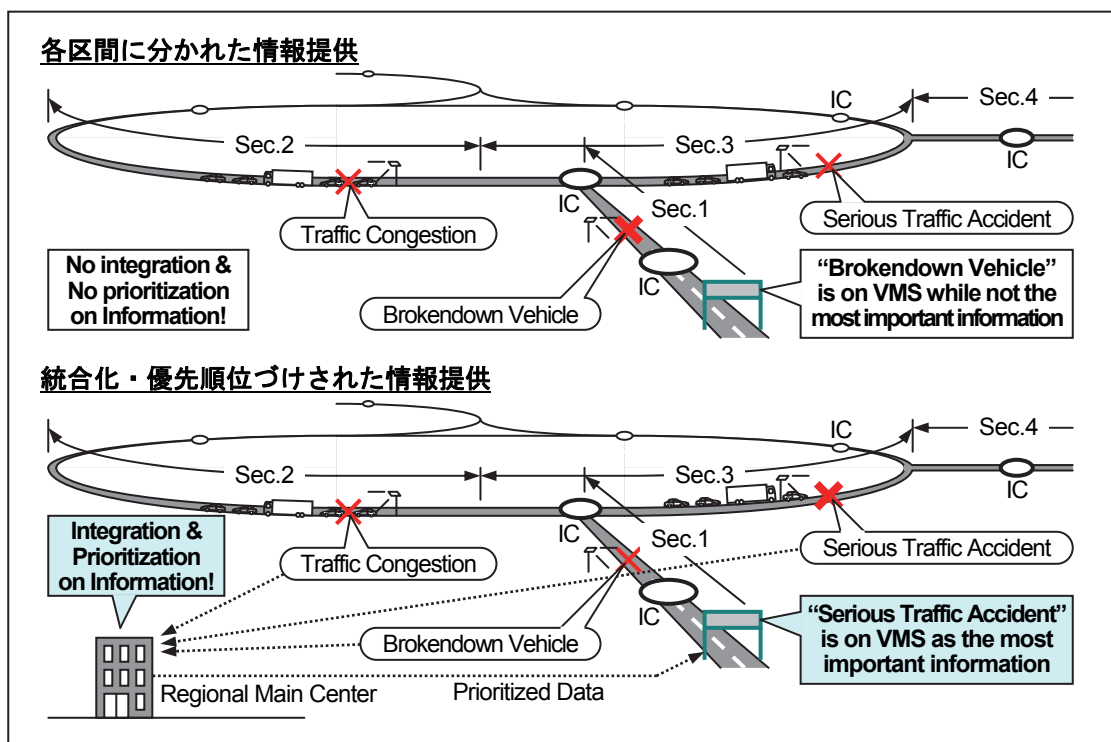
1) 統合化・優先順位づけされた交通情報提供

交通管制のための情報提供には、以下の2つの方針が想定される。

- 各区間に分かれた情報提供
- 統合化・優先順位づけされた情報提供（実績に基づく交通イベントデータの優先順位づけによる）

両者の概要および比較を行った結果を以下に示す。

図 8.1 交通管制のための情報提供の方針



出典: 本調査チーム

表 8.1 情報提供の方針の比較

	各区間に分かれた情報提供	統合化・優先順位づけされた情報提供
高速道路網全体の監視	○	○
高速道路上の多数の情報板の同時かつ個別のコントロール	×	○
高速道路上の各ドライバーの位置に対応した情報の優先順位づけ	×	○
交通規制時間・道路料金損失の最小化	×	○
交通情報提供・管制の省力化・コスト低減	×	○
評価	不適	推奨

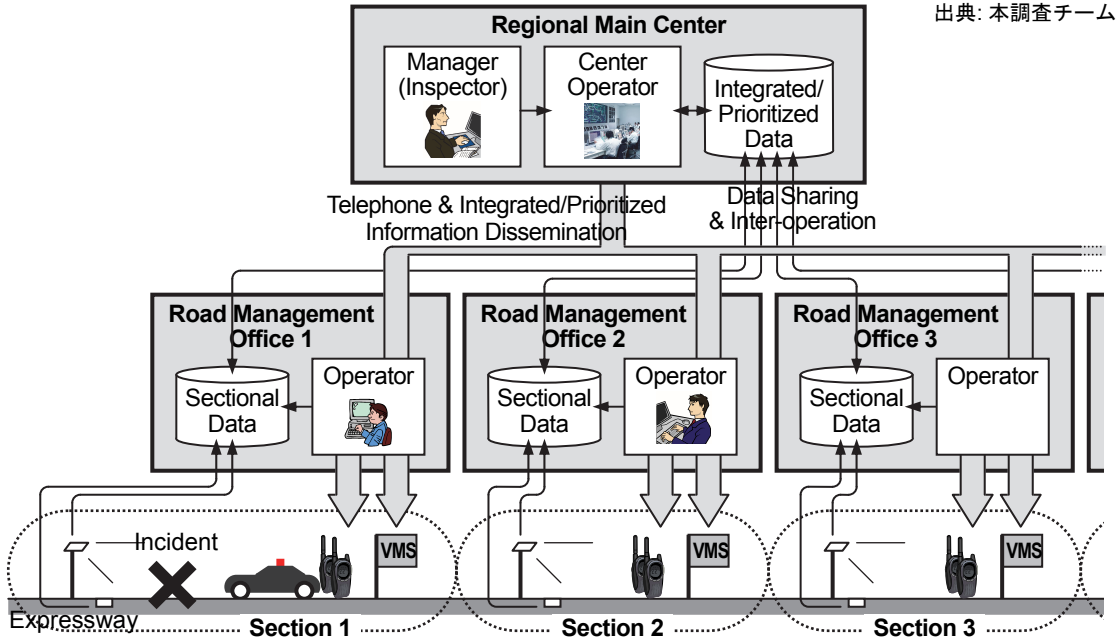
出典: 本調査チーム

上表に示す通り、統合化・優先順位づけされた情報提供がシステム方針として推奨される。この方針は、地域メインセンターの下に統合的な高速道路の運用管理を行うという政府決定 No. 140/QĐ-TTg および ITS マスタープランの考え方と整合する。

2) 地域メインセンターと道路管理事務所の役割分担と連携

通常時と重大事故発生時における地域メインセンターと道路管理事務所の間の役割分担と連携の概要は、下図に示す通り。

図 8.2 地域メインセンターと道路管理事務所の役割分担と連携



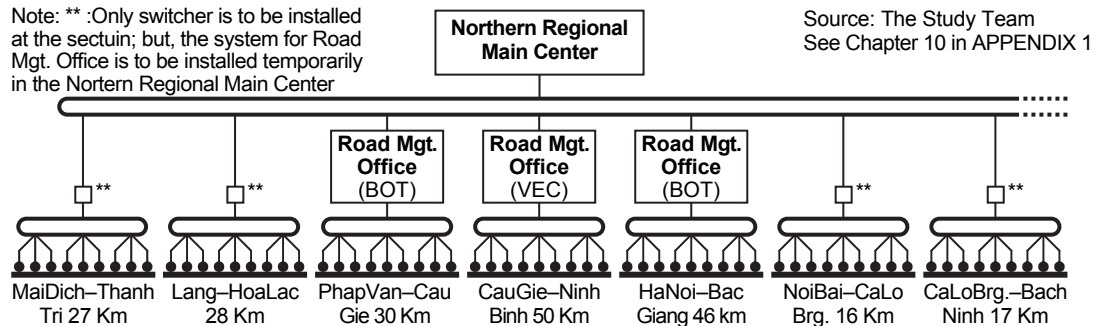
	平常時の役割	重大事故発生時の役割
地域メインセンター (高速道路局 VEA)	- ITS 技術基準に基づくソフトウェアおよびハードウェアの管理 - 地域メインセンターでの高速道路網全体の監視 - 収集した交通状況・イベントに関する情報やデータの交換 - 交通情報提供・管制、道路料金収受・管理、大型貨物車両管理から得たデータの統合管理 - 高速道路の整備および維持管理のための調査・予算計画の策定	- 同左 - 同左 - 同左 - 重大事故発生時における統合化・優先順位づけされた情報提供のための道路管理事務所へのガイダンスまたはシステムの直接コントロール - 重大事故発生時における複数の高速道路区間に跨る交通規制実施の決定 - 同左 - 同左
道路管理事務所 (道路管理者)	- 緊急通報や ITS の検知器による情報の収集 - 道路管理事務所や路側での交通イベントデータの入力および地域メインセンター・関係機関との共有 - 各高速道路区間における交通情報提供・管制 - 事故現場へのパトロールチーム派遣 - 事故の状況や重大性の把握 - 交通規制の実施・解除 - 事故処理作業	

➤ 9. 事業の基本設計

1) 事業におけるセンター・事務所構成

地域メインセンターと道路管理事務所の構成と設置場所は下図に示す通りである。本事業では、北部地域センターと道路管理事務所に配置するセンター装置および地域メインセンターの建物の整備を行う。

図 9.1 北部地域メインセンターおよび道路管理事務所



本事業で各区間に整備するシステムは、下表に示す通り。（具体的内容については Appendix-2, -3, -4 を参照）

表 9.1 本事業で各区間に整備するシステム

システム	MaiDich-ThanhTri	Lang-HoaLac	PhapVan-CauGie	CauGie-NinhBinh	HaNoi-BacGiang	NoiBai-CaLoBrg.	CaLoBrg.-BacNinh
交通情報提供・管制	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
道路料金収受・管理	**		***	***	***		**
車両重量計測	**		***	***	***		**
通信	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

注) **: 道路維持管理税で整備することになったために除外されたもの

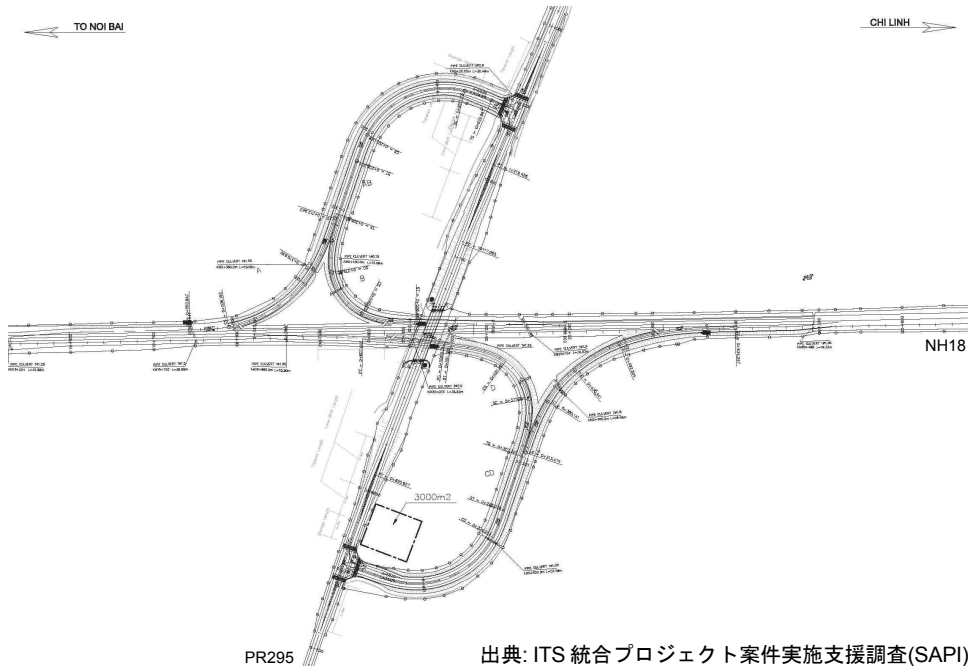
***: システムを他の財源で整備されるために除外されたもの

出典: 本調査チーム

2) 北部地域メインセンター

北部地域メインセンター（敷地面積 3000 m²）は、下図に示す通り、Noi Bai – Bac Ninh 区間と省道 295 号線のインターチェンジのランプに囲まれる土地に、その建設が計画されている。

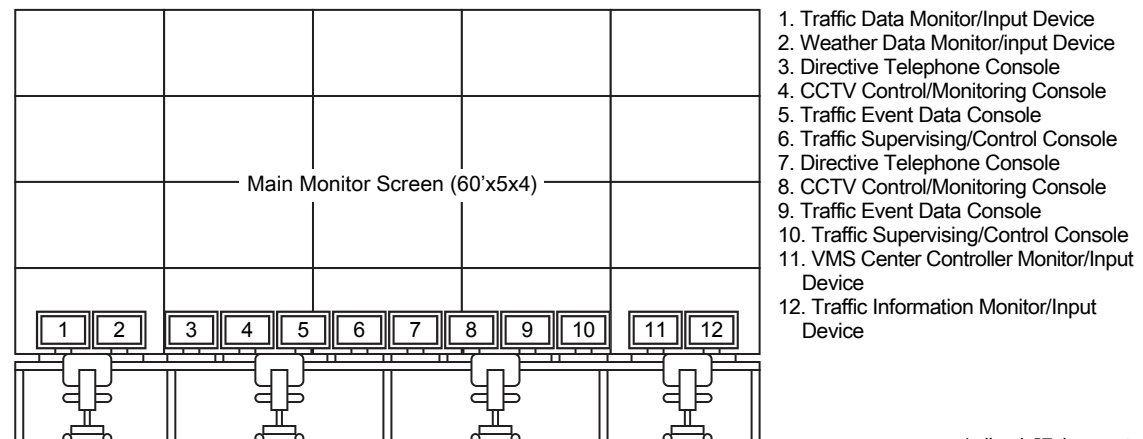
図 9.2 北部地域メインセンターの設置場所



出典: ITS 統合プロジェクト案件実施支援調査(SAPI)

各機能を実現するため、地域メインセンターには、下図に示すセンターシステムの機器を配置する。各種の検知器やセンサーからのデータは地域メインセンターで処理される。重大事故発生時の適切な対応を可能にするため、情報板と CCTV カメラは道路管理事務所に加え地域メインセンターからもコントロールできるようにする。

図 9.3 北部地域メインセンターの機器配置概要

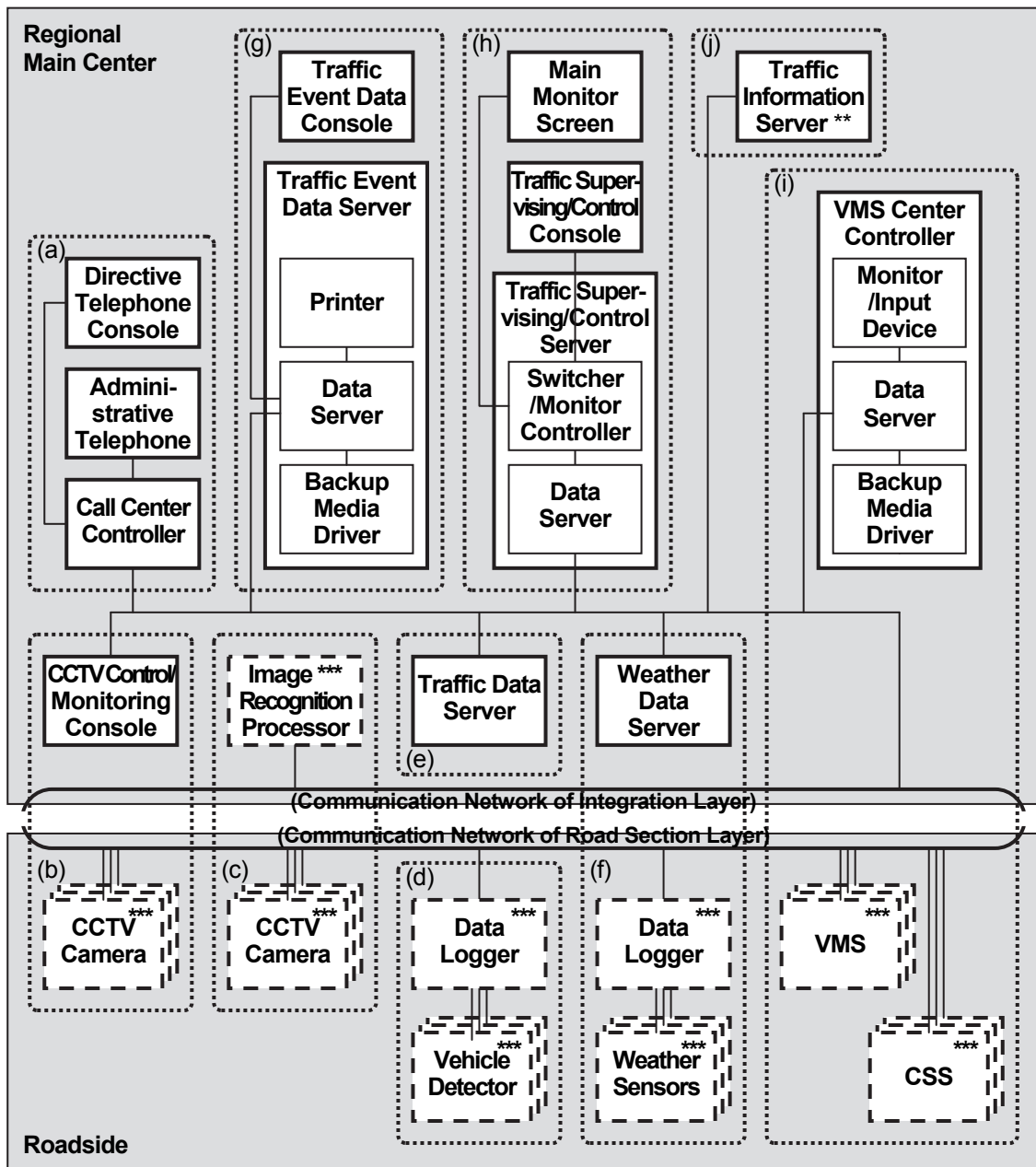


出典: 本調査チーム

交通情報提供・管制は、以下の機能パッケージにより、地域メインセンターから統括的に行えることとする。

- | | |
|-------------------|-----------------|
| (a) 音声通信 | (f) 気象観測 |
| (b) CCTV 監視 | (g) 交通イベントデータ管理 |
| (c) 事象検知（画像認識による） | (h) 交通監視 |
| (d) 車両検知 | (i) 可変情報板表示 |
| (e) 交通解析 | (j) 交通情報提供 |

図 9.4 北部地域メインセンターのシステム構成



Note, : Functional package, ** : To be connected to the Internet with protection by a firewall and stored data in it is to be copied from the traffic event data server, *** : To be installed at roadside or in the road management office.

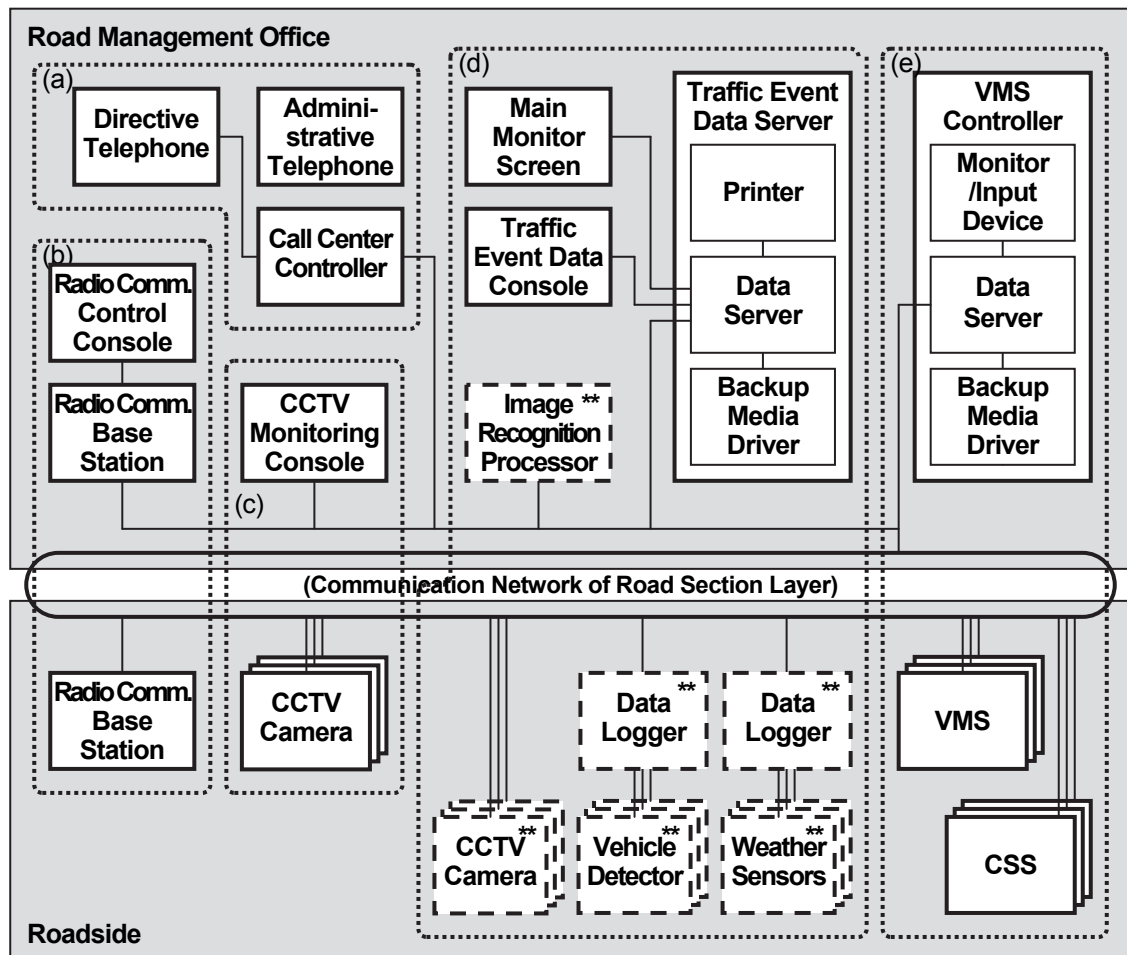
出典: 本調査チーム

3) 道路管理事務所

高速道路の運用管理に必要なセンター機器を道路管理事務所に配置する。事故処理だけでなく、CCTV の操作や交通イベントデータの入力も、道路管理事務所で行えることとする。交通イベントデータの優先順位づけは地域メインセンターで行われ、その結果として送られてきたガイダンスに基づいて、道路管理事務所のオペレータが情報板表示データを入力することとする。ただし、重大事故発生時には地域メインセンターから情報板を直接コントロールすることも可能とする。

- (a) 音声通信
- (b) 移動無線通信
- (c) CCTV 監視
- (d) 交通イベントデータ管理
- (e) 可変情報板表示

図 9.5 道路管理事務所のシステム構成



Note, : Functional package, ** : Components of the functional packages to be coordinated with Traffic Event Data Management.

出典: 本調査チーム

表 9.2 機能パッケージ構成機器の配置

機能パッケージ			センターサブシステム						路側サブシステム	車載サブシステム	携帯サブシステム	屋内サブシステム
			地域メー センタ	データ統 合センタ	道路管理 事務所	道路料金 事務所	道路管理 者本社	道路管理 者支所				
1	音声通信	(Voice Communication)	X		X	X			X			
2	CCTV 監視	(CCTV Monitoring)	X		X				X			
3	事象検知 (画像認識)	(Event Detection by Image)							X			
4	車両検知	(Vehicle Detection)							X			
5	交通解析	(Traffic Analysis)	X									
6	気象観測	(Weather Monitoring)	X						X			
7	交通イベントデータ管理	(Traffic Event Data Management)	X		X							
8	交通監視	(Traffic Supervision)	X									
9	可変情報板表示	(VMS Indication)	X						X			
10	移動無線通信	(Mobile Radio Communication)			X				X		X	
11	交通情報提供	(Traffic Information)	X									X
12	統合データ管理	(Integrated Data Management)	X	X		X	X					
13	料金所車線監視	(Tollgate Lane Monitoring)				X			X			
14	車両・車種識別	(Vehicle/Class Identification)							X			
15	車線制御	(Lane Control)							X			
16	路車間通信	(Road-to-Vehicle Communication)							X	X		
17	IC カード記録	(IC-card Recording)							X		X	X
18	道路料金管理	(Toll Data Management)				X	X					
19	OBV 管理	(Management)			X			X				X
20	軸重計測	(Axle Load Measurement)							X			
21	計測車線監視	(Measurement Lane Monitoring)				X						
通信システム			X	X	X	X			X			
通信管路			X		X	X			X			
支持構造物			X		X	X			X			
電力供給施設			X	X	X	X			X			

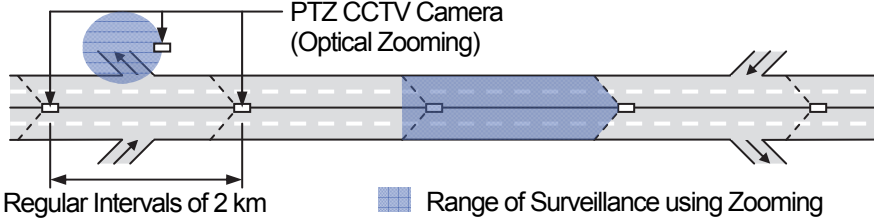
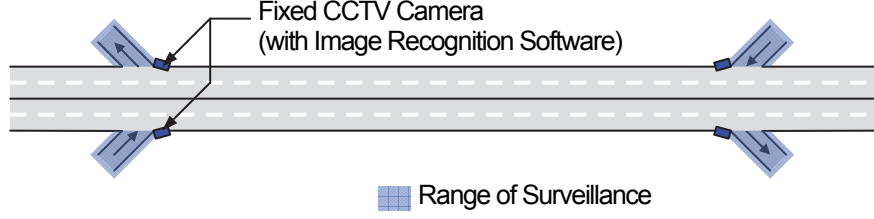
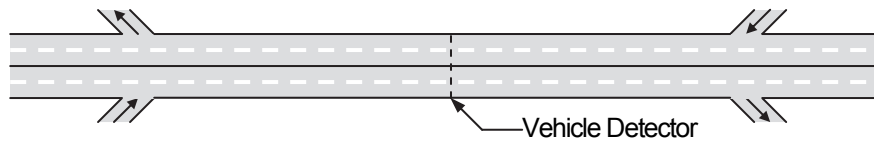
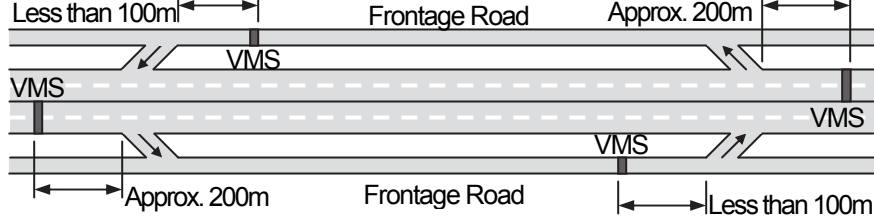
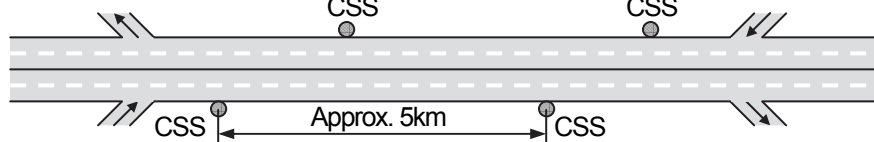
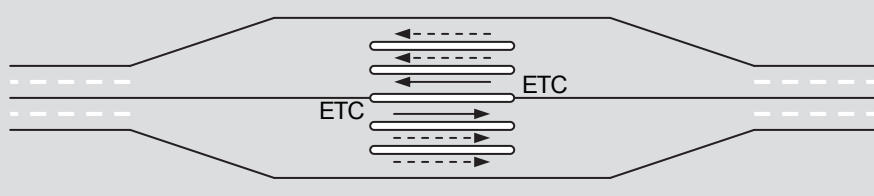
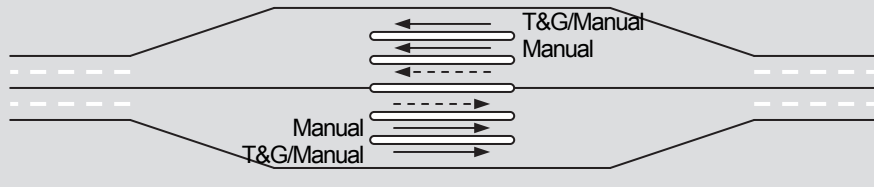
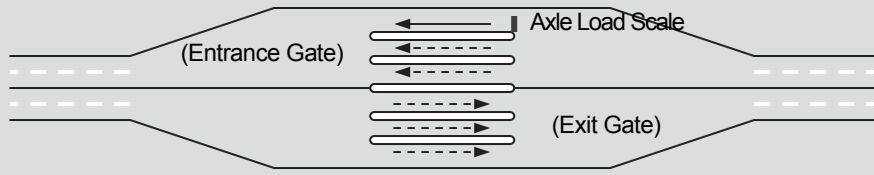
出典: 本調査チーム

4) 路側装置

本事業における路側機器の配置について検討した結果は、次表に示す通り。

- CCTV カメラ (監視・事情検知用)
- 車両検知器
- 可変情報板 (VMS : Variable Message Sign)
- 可変速度表示板 (CSS : Changeable Speed Limit Sign)

表 9.3 本事業における路側機器配置の全体概要

システム	路側装置の配置		Mai Dich –Thanh Tri	Lang –Hoa Lac	Phap Van –Cau Gie	Cau Gie –Ninh Binh	Ha Noi –Bac Giang	Noi Bai –Ca Lo Bridge	Ca Lo Bridge –Bac Ninh
交通情報 提供・管制 システム	1. PTZ カメラ (道路・交通監視)		22 set JICA 無償で整備 した 12 set を除く	40 set	-- BOT で整備する 14 set、JICA 無 償で整備した 22 set、CadPro に よるものを除く	-- CadPro による ものを除く	13 set BOT で整備する 32 set を除く	22 set	20 set
	一定間隔 2 km (実運用)								
	2. 固定カメラ (事象検知)		21 set JICA 無償で整備 した 5 set を除く	20 set	-- BOT で整備する 6 set、JICA 無 償で整備した 6 set、CadPro に よるものを除く	-- CadPro による ものを除く	27 set BOT で整備する 18 set を除く	8 set	4 set
	各ランプ上 (試験運用)								
	3. 車利用検知器		14 set	6 set	-- BOT で整備する 6 set を除く	--	6 set BOT で整備する 10 set を除く	4 set	2 set
各インターチェンジ間の 中間点 (実運用)									
	4. 可変情報板 (情報提供)		21 set JICA 無償で整備 した 5 set を除く	16 set	-- BOT で整備する 7 set、JICA 無 償で整備した 2 set を除く	10 set CadPro による ものを除く	18 set BOT で整備する 18 set を除く	8 set	4 set
入口分岐手前 100 m、出口 分岐手前 200 m (実運用)									
	5. 可変速度表示板 (速度規制)		15 set	9 set	-- BOT で整備する 15 set を除く	--	16 set BOT で整備する 9 set を除く	6 set	11 set
一定間隔 5 km (実運用)									
	6. ETC (道路料金収受)		--	--	8 set Cadpro により別 途計画されてい るものを除く	-- Cadpro により別 途計画されてい るものを除く	2 set	--	--
道路料金 収受・管理 システム (参考)	片側 2 車線以上の道路料金 所の中央分離帯寄り車線 (実運用)								
	7. タッチ&ゴー・人手 (道路料金収受)		--	--	40 set	9 set	8 set	--	--
全道路料金所の路側車線 (実運用)									
	8. 軸重計 (過積載取締り)		--	--	6 set Cadpro により別 途計画されてい るものを除く	-- Cadpro により別 途計画されてい るものを除く	2 set	--	--
車両重量計 測システム (参考)	入口料金所の路側車線 (実運用)								

出典: 本調査チーム

5) 現状およびベトナム政府 MOT の要望との整合化

(1) 既存システムで代用可能な提案機器

9.9 節の数量までの検討では、既存システムとして導入済みの機器で代用可能な機器は、その設置場所が事業対象道路網上であっても、事業範囲から除外した。

- Mai Dich – Thanh Tri 区間、Phap Van – Cau Gie 区間：JICA 無償により整備されたシステム
- Cau Gie – Ninh Binh 区間：CadPro により別途整備されたシステム

(2) BOT 区間の交通情報提供・管制システム

検討では、1) を除く全ての交通情報提供・管制システムを本事業で整備するものと想定して議論を行った。

しかし、事業対象道路網に含まれる区間に割り当てられた BOT 企業が、政府の支援を受けずに自己資金で交通情報提供・管制システムを整備したい意向であり、ベトナム政府 MOT がこれを認めていることが、本調査の中で明らかになった。

したがって、2つの BOT 区間の交通情報提供・管制システムの該当部分は、基本的に本調査の最終的な検討から外すこととした。ただし、BOT 区間と事業対象道路網のそれ以外の部分の間でシステムの接続性・相互運用性・機能連続性を確保するのに必要な機器は、本事業で整備する必要がある。BOT 区間においても、交通情報提供・管制システムの以下の部分については、本事業で整備することとした。

- Phap Van – Cau Gie 区間：接続・相互運用のための機器
- Ha Noi – Bac Giang 区間：Ha Noi – Bac Ninh 間の路側機器・管路・電力供給、接続・相互運用のための機器（道路管理事務所の 30 m² のスペースに設置される機器を含む。）

これにより、事業対象道路網全体のシステムの統合が実現される。加えて、BOT 区間に導入されている機器とシステムについては、事業の実施直前に確認し、その結果を既存システムに係る詳細設計の与条件として契約に明記する必要がある。

(3) 道路料金収受・管理システム

本調査の前半では、道路料金収受・管理システムは本事業での整備の対象として検討を行った。

しかし、道路料金収受の実施対象が 2つの BOT 区間に限定され、それらの BOT 事業者が、ローカル企業製品を用いる形で、政府の支援を受けずに自己資金で ETC を含む道路料金収受・管理システムを整備したい意向であることが、本調査の中で明らかになった。加えて、ベトナム政府 MOT が、ベトナムに相応しい ETC の選定は市場競争の中で行われるべきと判断していることが明らかになった。

以上の理由から、ベトナム政府 MOT は道路料金収受・管理システムを本調査および事業の範囲から外すことを要望しており、これを勘案する必要があった。

(4) 車両重量計測システム

本調査の前半では、車両重量計測システムは本事業での整備の対象として検討を行った。しかし、このシステムが道路料金収受・管理システムと同様の状況にあることが、本調査の中で明らかになった。

以上の理由から、ベトナム政府 MOT は車両重量計測システムを本調査および事業の範囲から外すことを要望しており、これを勘案する必要があった。

6) 事業費

事業費は、基本設計の成果に基づき、以下の要点を考慮して推計した。

- ここで採用した各装置および設置に要する費用の単価は、現地企業および日本企業から得た見積りの結果に基づいて設定した。
- 複数の企業から見積りを得た項目については、調査チームは、それらの企業の実績を考慮して単価を決定した。
- 調査チームは現地の状況を勘案して価格の評価を行った。
- 設置・試験・検査の費用を含む装置費の 10%を、2 年分の部品交換に要する費用として、装置費に加算した。
- 事業費の推計結果は、各機能パッケージおよび各高速道路区間ごとに集計した。
- 設計施工監理費などの共通経費は、各区間ごとに集計した。
- ガイドライン・マニュアル作成や初期運用トレーニングは、共通経費として計算した。
- 外貨に対する物価上昇率：2.0%、現地通貨に対する物価上昇率：4.9%、フィジカルコンティンジェンシー：5.0%。これらの値は、JICA の方針及び指示に基づいて設定した。

必要な事業費は、以下の方法により、次表に示す通り算出された。

- 道路料金収受・管理および車両重量計測に係る数値は、参考値として示したものである。
- ベトナム政府 MOT の要望により、事業費は事業で直接整備される部分と BOT の資金で整備される部分に分けて集計した。
- 参考の欄には、本調査で推計した全ての数値を示した。

表 9.4 事業費

No.	項目	事業費 〔事業で直接整備〕 される部分		事業費 〔BOTの資金で整備〕 される部分		参考	
		円換算 (百万円)	VND換算 (十億VND)	円換算 (百万円)	VND換算 (十億VND)	円換算 (百万円)	VND換算 (十億VND)
1	交通情報提供・管制	2,990.4	536.9	696.0	124.9	3,686.4	661.8
2	道路料金収受・管理	--	--	1,373.8	249.3	1,373.8	249.3
3	車両重量計測	--	--	423.0	75.9	423.0	75.9
4	通信システム	279.5	50.2	26.5	4.7	306.0	54.9
5	通信管路	832.4	149.4	72.1	13.0	904.5	162.4
6	建物 (地域メインセンター)	144.7	26.0	--	--	144.7	26.0
7	建物 (道路管理事務所)	--	--	--	--	50.2	9.0
8	電力供給施設	451.3	81.0	51.7	9.3	503.0	90.3
9	管理用車両	56.4	10.1	22.6	4.1	79.0	14.2
10	小計 (1+2+3+4+5+6+7+8+9)	4,754.7	853.6	2665.7	481.2	7,470.6	1,343.8
11	コンサルティングサービス	544.0	97.7	--	--	621.9	111.7
12	小計 (10+11)	5,298.7	951.3	2665.7	481.2	8,092.5	1,455.5
13	物価上昇	658.9	118.3	--	--	--	--
14	ファイナルコンテンツ	297.9	53.5	--	--	--	--
15	小計 (12+13+14)	6,255.6	1,123.1	--	--	--	--
16	税 (10%, 現地政府負担)	625.6	112.3	--	--	--	--
17	合計 (15+16)	6,881.1	1,235.4	--	--	--	--

為替レート (2015 年 6 月): 1US\$ = JPY 120.70, 1US\$ = VND 21,673,

NRMC: 北部地域メインセンター、RMO: Lang – Hoa Lac 区間道路管理事務所

出典: 本調査チーム

7) 推計した事業費の妥当性

交通情報提供・管制システムと通信システムで構成される各道路区間に対する事業費配分額と 1km 当たりの単価は、下表に示す通り。ここで、事業費つまり ITS 整備費は、装置・材料費と調達・試験・検査の諸費用を含む設置費から成る。

表 9.5 各道路区間に対する事業費配分額

区間	ITS 整備費		道路延長 (km)	単価 (1km 当たり)	
	百万円	十億 VND		百万円	十億 VND
Northern Regional Main Center	942.2	169.2	--	--	--
Mai Dich–Thanh Tri (Ring Road 3)	814.7	146.3	27	30.2	5.4
Lang–Hoa Lac	750.4	134.7	28	26.8	4.8
Phap Van–Cau Gie	354.1	63.6	30	11.8	2.1
Cau Gie–Ninh Binh	363.6	65.3	50	7.3	1.3
Ha Noi–Bac Giang	522.1	93.7	46	11.3	2.0
Noi Bai–Ca Lo Bridge	497.5	89.3	16	31.1	5.6
Ca Lo Bridge–Bac Ninh	510.2	91.6	17	30.0	5.4

出典: 本調査チーム

さらに、道路の単位長当たりの ITS 整備費を用いて、前掲の事業費と Da Nang – Quang Ngai と Ha Noi – Hai Phong の 2 つの道路区間での整備費の比較を行った。ただし、下表に示す ITS 整備費には、建物の建設や ETC システムや車両重量計測システムの整備に要する費用は含まれない。

表 9.6 道路の単位長当たりの ITS 整備費の比較

事業・道路区間名	ITS 整備費		道路延長 (km)	単価 (1km 当たり)	
	百万円	十億 VND		百万円	十億 VND
The Project	4,553.64	817.53	214.00	21.28	3.82
Da Nang – Quang Ngai	3,331.30	598.08	139.00	23.97	4.30
Hanoi - Hai Phong	3,678.12	660.35	105.84	34.75	6.24

出典: 本調査チーム

この比較から、推計された本事業の単価が、これら 2 つの道路区間と同レベル或いはそれ以下であることが確認された。したがって、本事業に向けて提案した ITS およびその整備費は妥当なものであると言える。

8) 「統合化・優先順位づけされた交通情報提供」の技術に要する費用

ITS 統合事業の実施に際し、交通情報提供・管制の中核を成す「統合化・優先順位づけされた交通情報提供」の技術は、日本で構築されたものである。したがって、本事業のこの部分は、日本においてこの技術の実績を有する企業によって実施される必要がある。

ただし、下表に示すように、本事業でこの技術に係る整備に要する費用は 8.526 億円で、全事業費 47.547 億円の 17.9%に過ぎない。このような限られた整備費により、先に詳述した高速道路網の交通管制に適した本技術によるメリットが実現される。

その一方で、事業の他の大部分はベトナム企業を含む世界中の企業によって実施され得る。

表 9.7 事業費の分析

項目	事業費	
	円換算 (百万円)	VND 換算 (十億 VND)
「統合化・優先順位づけされた交通情報提供」のシステム部分	852.6	153.1
路側機器を含むその他の部分	2,417.4	434.0
通信管路・建築物等	1,484.8	266.6
合計	4,754.7	853.6

出典: 本調査チーム

➤ 10. 事業のフィジビリティ調査

本事業では、ITS は高速道路の運用管理の一環として整備する。ITS の整備効果は道路構造と共に利用することにより得られものであり、道路の整備効果を推計する際にその中に含まれる。

さらに、ほとんどの ITS の整備効果は、道路の整備効果から切り離して推計することが不可能である。それは、ITS の整備効果は交通事故や渋滞への対応を通じてもたらされるものであるが、まだ供用を開始していない高速道路について、どこでどのような交通事故や渋滞が発生するかを予測することが不可能であるためである。

本事業の経済分析では、以下の 2 つの効果を検討する。

- 道路の整備効果から分離することが可能で定量化が可能ないくつかの個別の ITS による効果
- 統合をしない場合と比較したシステム統合による費用削減効果

1) 定量化された効果

定量化された ITS の整備効果、道路整備費用に対する ITS 整備費用の比率、および統合的システム整備による費用削減効果を、次ページの表に指標-1～-7 として示す。

これらの経済的・財務的な視点からの ITS 整備効果の推計結果から、ITS の統合が 7 つの道路区間（Mai Dich – Thanh Tri 区間・Lang – Hoa Lac 区間・Phap Van – Cau Gie 区間・Cau Gie – Ninh Binh 区間・Ha Noi – Bac Giang 区間・Noi Bai – Ca Lo Bridge 区間・Ca Lo Bridge – Bac Ninh 区間）を包括する本事業の範囲を対象に実施されるべきであることが確認された。

特に、延長 673km に及ぶ 10 道路区間における統合的システム整備による費用削減効果は、段階的方法と一括的方法による統合にそれぞれ要するシステム整備費用を比較することにより、19,790 億 VND に達するものと推計された。

- 段階的方法：ITS 統合事業ではシステムの一方方向統合だけを実施し、双方方向統合は後の段階で実施する方法
- 一括的方法：ITS 統合事業の中で直ちにシステムの双方方向統合を実現する方法

本調査での計算値に基づいて概算推計した削減費用は、ITS 統合事業の実施に要する費用をはるかに上回っている。これに加えて、技術開示に要する費用も削減されるものと考えられる。

以上より、一括的方法（ITS 統合事業の中で直ちにシステムの双方方向統合を実現する方法）が、不要なコストを削減し ITS 整備費用を最小化するものとして推奨される。

表 10.1 事業対象道路網について定量化された効果

	ITS なしの場合	ITS ありの場合 (一括的方法によりシ ステム統合する場合)
道路延長 (単位 : km)	Zero	214
指標-1 : 道路延長のうち CCTV カメラによる事故 発見が可能となる延長 (単位 : km)	Zero	214
指標-2 : 想定される事故発生率 10^9 vehicle-km =600 における削減される単位道路運用延長当たりの交通 事故死者数 (単位 : 人/年/km)		
(Number of Fatalities in 2020)	1,378	689
(Number of Fatalities in 2030)	2,136	1,068
Reduction per Unit Length in Year 2020	--	3.22
Reduction per Unit Length in Year 2030	--	4.99
指標-3 : 単位道路延長当たりの料金所通過時間の 短縮効果 (単位 : 時間/日)		
(2020 年)	5,096	3,066
(2030 年)	7,899	4,752
2020 年の削減量	--	2,030
(参考) 2030 年の削減量	--	3,147
指標-4 : 単位道路延長当たりの CO ² 削減効果 (単位 : ton-CO ² /日)		
(2020 年)	3,977.9	3,966.3
(2030 年)	5,820.8	5,803.8
2020 年の削減量	--	11.6
(参考) 2030 年の削減量	--	17.0
指標-5 : 単位道路延長当たりの燃料消費削減効果 (単位 : Kilo-litter/日)		
(in 2020)	1,405.7	1,401.4
(in 2030)	2,062.9	2,056.6
2020 年の削減量	--	4.3
(参考) 2030 年の削減量	--	6.3
指標-6 : 道路整備費用と ITS 整備費用の比率	--	2.11%
指標-7 : 統合的システム整備による費用削減効果 (単位 : 十億 VND)	--	1,979

出典: 本調査チーム

注) 道路延長当たりで示した効果項目は単位道路延長(1km)当たりの値を道路延長倍して算出した。

対象とした高速道路 : 事業対象道路網を構成する 7 つの道路区間、即ち Mai Dich – Thanh Tri (Ring Road No.3) 区間、Lang – Hoa Lac 区間、Phap Van – Cau Gie 区間、Cau Gie – Ninh Binh 区間、Ha Noi – Bac Giang 区間、Noi Bai – Ca Lo Bridge 区間、Ca Lo Bridge – Bac Ninh 区間。

2) EIRR の試算

2017～2060 年の期間に対して試算した EIRR は、12.33%となった。

しかし、道路の整備効果は本質的に、情報提供なしには実現し得ない効果、即ち ITS の整備効果を内包している。したがって、12.33%の値は、道路の整備効果の内の ITS を整備しない場合に失われる部分に相当する。加えて、ITS の機能を定量化することは難しく、これより高い精度で ITS の整備効果を分離・推計することは不可能である。

➤ 11. 事業実施計画

1) 事業実施組織

ベトナム北部地域における高速道路の全区間（本事業の対象となっていない区間を含む）における ITS を統合するための本事業を、技術的問題を最少にとどめ、かつ追加費用と追加時間を必要最小限に抑えることにより効率的かつ経済的に実施するためには、本事業は以下の組織により実施されるべきである。

- DRVN（ベトナム道路総局）が、JICA Loan Agreement において規定されている Executing Agency の立場で、本事業で提案されている全高速道路区間および北部地域メインセンターの ITS 設計、建設あるいは設置ならびに統合からなる本事業実施全般について責任を持つ。
- MOT（運輸省）が、Line Agency の立場で、本事業実施予算の管理および執行について責任を持つ。
- PMU3 が、DRVN の下で、Implementing Agency の立場で、コンサルタントおよびコントラクターの管理を含む本事業の日々の運営および管理に責任を持つ。

北部地域メインセンターと 7 つの高速道路区間を含む本事業の実施組織および O&M 組織の体制に関する推奨案が下の表にとりまとめられている。

表 11.1 事業実施組織体制案

	実施組織	既存 O&M 契約方式	道路所有者	道路管理者	備考
北部地域メインセンター	DRVN	—	VEA	VEA	
Mai Dich – Thanh Tri	DRVN	サービス契約	HPC	O&M 会社	JICA 無償による既存 ITS は VEC-O&M から移管されるべき*
Lang – Hoa Lac	DRVN	サービス契約	HPC	O&M 会社	
Phap Van – Cau Gie	DRVN	コンセッション契約	DRVN/BOT	BOT 会社	ICA 無償による既存 ITS は VEC-O&M から移管されるべき*
Cau Gie – Ninh Binh	DRVN (VEC)	サービス契約	VEC	VEC-O&M	一部既存 ITS あり
Ha Noi – Bac Giang	DRVN	コンセッション契約	DRVN/BOT	BOT 会社	
Noi Bai – Ca Lo Bridge	DRVN	サービス契約	Bac Ninh Prov.	O&M 会社	
Ca Lo Bridge – Bac Ninh	DRVN	サービス契約	HPC	O&M 会社	

注) *: Mai Dich – Thanh Tri および Phap Van – Cau Gie 区間の既存 ITS は VEC が現在所有しており、VEC の子会社である VEC O&M がこれら 2 区間の既存 ITS の運用と維持管理を行っている。

出典: 本調査チーム

他の組織体制あるいは他の枠組で事業が実施される場合、以下の事項が危惧される。

- ITS 統合が効率的・効果的に進まなくなる可能性がある。

- ITS が BOT 対象範囲に含まれていないので、BOT 会社が ITS 設置を実施しない可能性がある。
- DRVN/VEA により北部地域メインセンターが完成された後にのみ ITS 設置が開始される場合、高速道路のそれら数区間は長期にわたり ITS なしで運用されることになる可能性がある。
- 複数の高速道路区間において ITS が設置・運用されない限り、北部地域メインセンターの有益・有用性は完全には実証できない。

2) 事業実施パッケージ

本事業は、以下の 3 つのパッケージに分けて実施されるべきである。

パッケージ-1: 交通情報提供・管理システムおよび O&M 用車両の調達(設計施工一括発注方式)。

パッケージ-2: 通信管路および電力供給施設（施工分離発注方式）

パッケージ-3: 北部地域メインセンターおよび関連施設（施工分離発注方式）

各事業実施パッケージに含まれる機能パッケージ等は下表に示す通りである。

表 11.2 各事業実施パッケージに含まれる機能パッケージ等

機能パッケージ等		パッケージ-1	パッケージ-2	パッケージ-3
交通情報提供・ 管理システム	(1) 音声通信	XX		
	(2) CCTV 監視	XX		
	(3) 事象検知（画像認識）	XX		
	(4) 車両検知	XX		
	(5) 交通解析	XX		
	(6) 気象観測	XX		
	(7) 交通イベントデータ管理	XX		
	(8) 交通監視	XX		
	(9) 可変情報板表示	XX		
	(10) 移動無線通信	XX		
	(11) 交通情報提供	XX		
	(12) 統合データ管理	XX		
自動料金収受・ 管理システム	(13) 料金所車線監視			
	(14) 車両・車種識別			
	(15) 車線制御			
	(16) 路車間通信			
	(17) IC カード記録			
	(18) 道路料金管理			
	(19) OBU 管理			
車両重量計測 システム	(20) 軸重計測			
	(21) 計測車線監視			
その他の項目	通信システム	XX		
	通信管路		XX	
	建築物			XX
	電力供給施設		XX	
	管理用車両	XX		

出典: 本調査チーム

3) 事業実施スケジュール

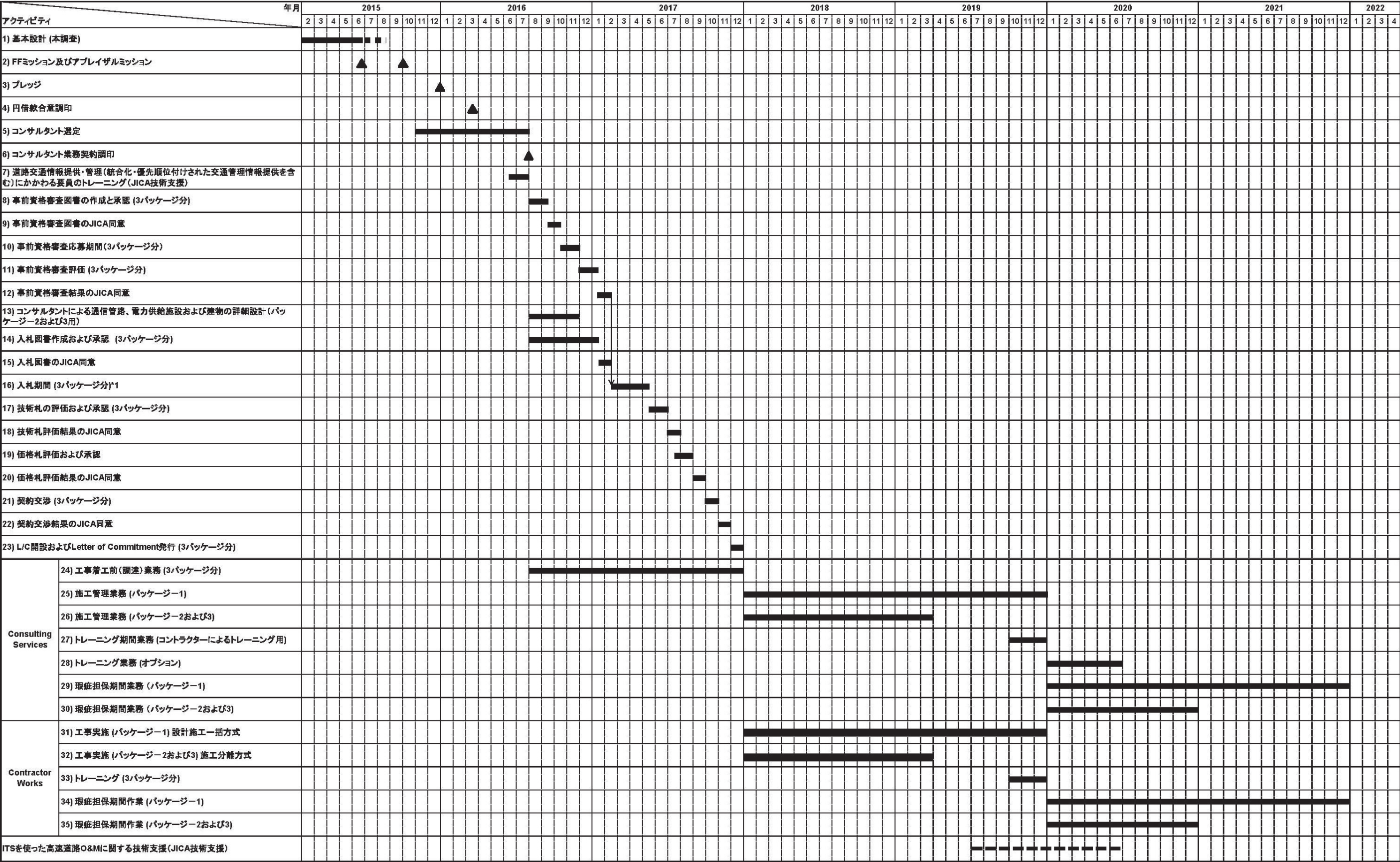
以下の各項目は、次ページの事業実施スケジュール案に示す通り、事業実施に先立って完了されねばならない。

- JICA 審査ミッション
- 円借款合意調印
- コンサルタント選定
- 交通情報提供・管理（統合化・優先順位付けした交通管理情報提供を含む）にかかわる要員のトレーニング
- 事前資格審査図書および入札図書の作成ならびに事前資格審査評価および入札評価
- 通信管路、電力供給設備および北部地域メインセンター建物とその関連施設の詳細設計
- 詳細設計図書、事前資格審査図書および入札図書の確認・承認
- 応札者・コントラクタ選定用の事前資格審査作業
- コントラクタ選定用の入札作業

パッケージ-1 では、応札者が入札用の設計を行い、それに基づいて入札価格を決めるに十分な期間として、入札期間が 3 か月以上であることが望ましい。設計施工一括請負方式の工事期間は約 2 年となる。完工後の瑕疵担保期間は、ITS 統合を成功させるのに十分であるように、通常より長い 2 年を推奨する。

パッケージ-2 と-3 では、入札開始時に発注者（DRVN）が詳細設計を応札者に提示するので、入札期間は 2 か月で十分であろう。建設工事期間は工事数量が小さいので、また管路や建物は通信線や機器の設置に先立って完成していなければならないので、15 か月程度となる。この部分の瑕疵担保期間は JICA 標準通り、1 年でよい。

図 11.1 事業実施スケジュール案



出典: 本調査チーム

4) 調達方法に関する留意事項

コントラクタおよびコンサルタントの調達においては、以下の事項に留意せねばならない。

- 本円借款事業に係る調達作業は、JICA 調達ガイドラインおよび調達プロセスを順守して実施・管理すること。
- JICA の標準事前資格審査図書および標準入札図書を調達関連図書のベースにすること。
- パッケージ-1 は設計施工一括発注方式で、ランプサム（総価）契約とし、パッケージ-2 と-3 は発注者の詳細設計に基づく施工分離発注方式で、単価契約とすること。
- パッケージ-1 の入札期間は、応札者が入札設計を作成し、それに基づいて応札価格を算定するに十分なように、3 か月以上とすること。
- 調達期間中における契約条件・要件の変更は適正な「変更」手続を経て行うこと（落札者に無理強いして変更を受容させてはならない）。
- JICA 標準入札図書中の標準契約約款は ITS 事業用に作成されていないので、本事業にふさわしいものに加筆する必要があるかもしれない。
- 入札支援業務および施工管理業務を担当するコンサルタントは、調達関連図書の一部である事前資格審査図書などを作成するため、コントラクタ事前資格審査作業開始前に雇用すること。

➤ 12. システム接続・連携仕様

本事業では北部地域メインセンターを建設する。しかし、多数の ITS 機器や通信ネットワークは、他の高速道路建設プロジェクトの中で、道路管理事務所と一緒に整備される。このような分離された形での ITS の整備は、各道路区間と北部地域メインセンターに導入されるシステム間の通信の接続性やデータの相互運用性を阻害する可能性がある。このような問題を避けるため、本調査では、以下の検討を行った成果として、システム接続・連携仕様を作成した。（Appendix-5 参照）

- 他の高速道路建設プロジェクトとのシステム統合の手順
- 隣接道路区間との接続対象インターフェース
- 各システム機能・データ辞書についての仕様