

インド共和国
カルナタカ州都市交通局

インド国
ベンガルール及びマイソール都市圏
ITS マスタープラン策定調査プロジェクト

最終報告書
和文要約

平成 27 年 6 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日 本 工 営 株 式 会 社
東 日 本 高 速 道 路 株 式 会 社
株式会社建設技研インターナショナル

基盤
CR(4)
15-132

インド共和国
カルナタカ州都市交通局

インド国
ベンガルール及びマイソール都市圏
ITS マスタープラン策定調査プロジェクト

最終報告書
和文要約

平成 27 年 6 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日 本 工 営 株 式 会 社
東 日 本 高 速 道 路 株 式 会 社
株式会社建設技研インターナショナル

目次

位置図

1	業務概要	1
1.1	調査の背景.....	1
1.2	調査の目的.....	1
1.3	期待される成果.....	2
1.4	調査の実施体制及び政府関係機関.....	2
1.5	調査団員の体制と構成メンバー.....	2
1.6	調査スケジュール.....	3
2	現状及び必要な ITS 対策.....	4
2.1	現状.....	4
2.1.1	地域特性.....	4
2.1.2	道路網.....	5
2.1.3	公共交通の現況.....	9
2.1.4	関連する開発計画及び既存調査.....	10
2.1.5	ITS の現況.....	11
2.2	ITS 意向調査.....	13
2.3	主な課題（概要）	16
3	ITS の基本方針.....	18
3.1	ベンガルール都市圏.....	18
3.2	マイソール.....	19
3.3	戦略と ITS コンポーネント.....	20
3.3.1	戦略.....	20
3.4	ITS の強化分野と ITS コンポーネント	20
3.5	ベンガルール都市圏及びマイソールにおける ITS コンポーネント	24
3.6	ITS の段階的な整備方針.....	25
3.7	ITS コンポーネントの実施スケジュール.....	25
4	ITS コンポーネントの概略検討.....	28
5	必要な組織体制.....	30
6	概算整備費用.....	33
7	パイロットプロジェクト: プローブシステムに係る技術的検証.....	35
7.1	目的.....	35
7.2	着眼点とサンプルデータ	35
7.3	結果.....	36

7.4	結論：パイロットプロジェクト（プローブシステムに係る技術的検証）	37
8	短期的対策の技術仕様案(ベンガルール都市圏).....	38
9	ITS カウンターパート研修.....	39
9.1	目的.....	39
9.2	ITS カウンターパート研修の目的.....	39
9.3	研修参加者.....	39
9.4	訪問先及び訪問目的.....	41
10	情報収集	42
11	結論と提言	43

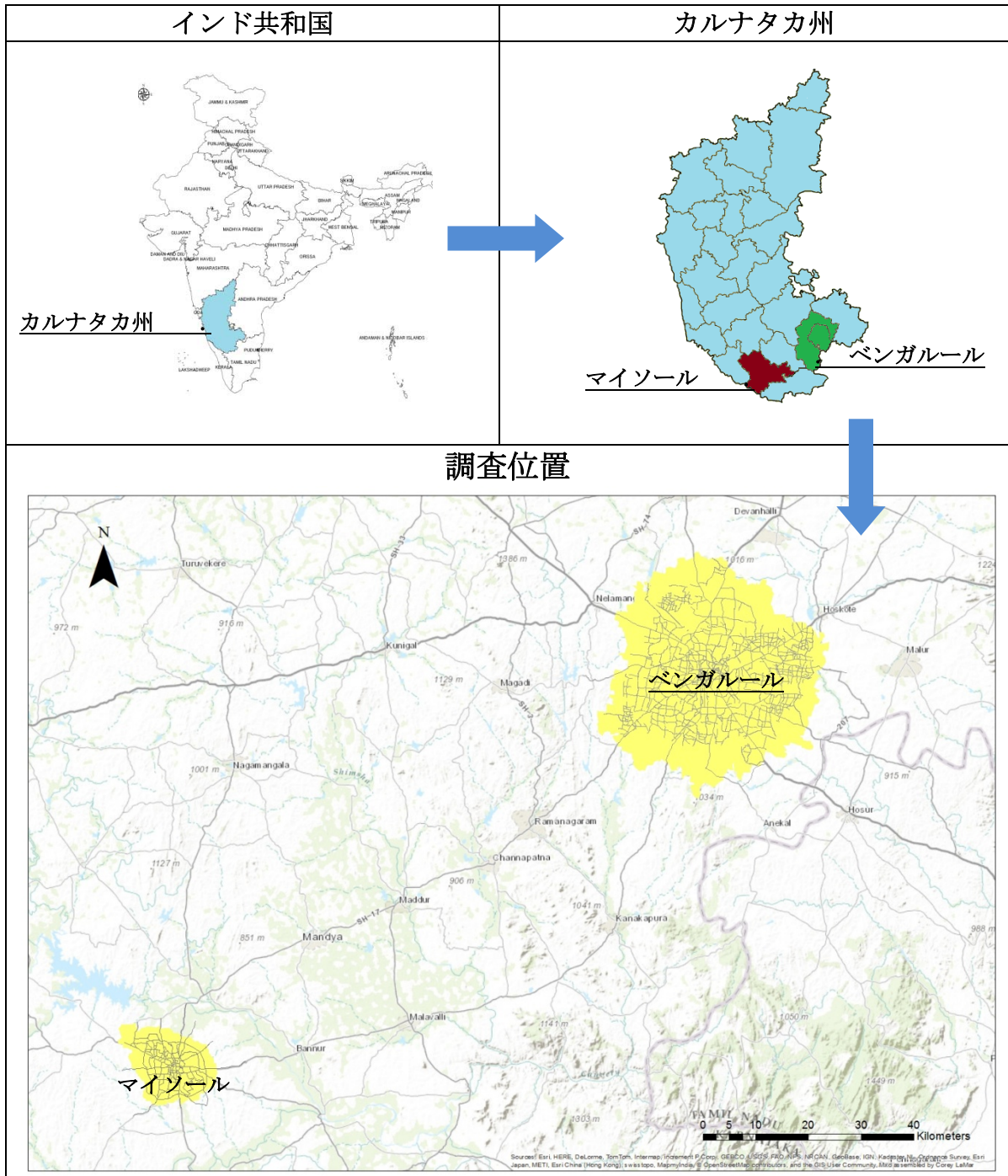
図目次

図 1.1	調査団構成図と調査団員.....	3
図 1.2	調査スケジュール.....	4
図 2.1	ベンガルール都市圏道路網.....	6
図 2.2	マイソール道路網.....	8
図 9.1	研修目標.....	39

表目次

表 2.1	ベンガルール都市圏及びマイソールにおける公共交通.....	9
表 2.2	関連する開発計画及び既存調査.....	10
表 2.3	ベンガルール都市圏における ITS の現況（概要）	11
表 2.4	マイソールにおける ITS の現況（概要）	12
表 2.5	ITS 意向調査結果概要：ベンガルール都市圏.....	14
表 2.6	ITS 意向調査結果概要：マイソール.....	15
表 2.7	ベンガルール都市圏における主な課題.....	16
表 2.8	マイソールにおける主な課題.....	17
表 3.1	ITS の目標.....	18
表 3.2	ITS の達成目標.....	19
表 3.3	ITS による強化分野及び ITS コンポーネント：ベンガルール都市圏	21
表 3.4	ITS による強化分野及び ITS コンポーネント：マイソール	23
表 3.5	段階的な整備方針.....	25
表 3.6	ITS コンポーネントの実施スケジュール：ベンガルール都市圏.....	26
表 3.7	ITS コンポーネントの実施スケジュール：マイソール.....	27
表 4.1	ITS コンポーネントの概略検討：ベンガルール都市圏.....	28
表 4.2	ITS コンポーネントの概略検討：マイソール.....	29
表 6.1	ITS コンポーネント概算整備費用（ベンガルール都市圏）	33
表 6.2	ITS コンポーネント概算整備費用（マイソール）	34
表 7.1	サンプルプロブデータ.....	35
表 9.1	カウンターパート研修参加者リスト.....	40
表 9.2	訪問先と目的.....	41
表 10.1	情報収集結果一覧.....	42

位置図



(出典：JICA 調査団)

1 業務概要

1.1 調査の背景

ベンガルールは、カルナタカ州の州都であり、インドで5番目に大きな都市である。南インド地方における重要なIT産業拠点として広く知られているが、急速な都市化に伴い、近年は交通渋滞が益々深刻化しており、円滑な経済活動を阻害する要因になっている。

このような状況の下、ハード対策として道路交通インフラの整備が進められている。中でも、周辺環状道路の建設が計画され、円借款事業で実施される予定である。この他、放射道路の改良、メトロの延伸などが進行中である。これらの道路交通インフラのさらなる効果的な利用を図るためにも、ハード対策に加え、高度道路交通システム（Intelligent Transport Systems／以下、ITSと呼ぶ。）によるソフト面での対策も益々重要になっている。

マイソールは、ベンガルールの南西約140kmに位置するカルナタカ州2番目の都市であり、歴史的な遺跡が存在する観光名所である。マイソールは、かつてのマイソール王国の首都であり、現在においてもカルナタカ州の人々にとっての心の故郷として親しまれている。また、環境保全と観光誘致が当地における重要な政策である。人口および車両台数は10年後にはおよそ約2倍に増加することが予想され、適切な都市交通対策を図ってゆくことが益々重要となっている。

2012年3月、インドと日本の共催によるITSセミナーがベンガルールにて開催され、交通運輸分野に係る多くのインド政府関係者が参加した。また、Directorate of Urban Land Transport of Karnataka State Government（以下、カルナタカ州都市交通局またはDULTと呼ぶ）の局長が2013年にITS本邦研修に参加した。こうしたITSに係る日印交流をきっかけとして、日本が有する高度なITS技術及び関連するノウハウに対する期待が高まり、当地における都市交通対策のために活用される得るソフト対策として、注目されるに至った。

このような状況において、カルナタカ州政府は、ITSを円滑に整備することを目的に、ITSマスタープランを策定することを日本政府に要請した。

結果、Urban Development Department, the Government of Karnataka State（以下、カルナタカ州都市開発省と呼ぶ。）及び国際協力機構は、両者の相互協力の下、ベンガルール都市圏及びマイソールにおけるITSマスタープランを策定することについて合意した。

1.2 調査の目的

本調査の目的は、ベンガルール都市圏及びマイソールに円滑かつ段階的にITSを整備するために、各地域の要求事項を踏まえ、適切なITSコンポーネントを選定し、ITS全体整備計画を策定

するものである。本整備計画により、都市交通対策のためにカルナタカ州政府を支援することを目的とする。

本調査の成果品は以下のとおりである。

- ベンガルール都市圏 ITS マスタープラン
- マイソール ITS マスタープラン
- 短期的対策の技術仕様案（ベンガルール都市圏）

1.3 期待される成果

ITS は都市交通対策を支援するためのソフト対策であり、以下の内容を支援する

- 周辺環状道路を含めた道路網の交通渋滞や交通流が減少する
- 公共交通の利用が改善され強化される
- ITS により入手される定量データを活用することにより、適切な道路・交通施策が計画され、実施される

1.4 調査の実施体制及び政府関係機関

本調査の円滑な遂行のために、合同調整会議（Joint Coordination Committee：以下 JCC と呼ぶ）及び技術支援グループ（Technical Advisory Group：以下 TAG と呼ぶ）を組織した。

JCC は本調査を円滑に遂行するための意思決定機関として、DULT 局長が議長を務め、調査の目的を実現し、組織間の連携を図るため、必要に応じ開催された。JCC の構成メンバーは JICA インド事務所、バンガロール開発局、バンガロール市、及び調査団から構成される。

TAG は、特に政府関係機関に跨る課題等について意見交換を行い、関係者間のコンセンサスを得るために必要に応じて招集された。また、ベンガルール都市圏及びマイソールの TAG は、それぞれに組織され、各地域の関係機関によって構成された。

1.5 調査団員の体制と構成メンバー

調査団の体制と構成メンバーを図 1.1 に示す。

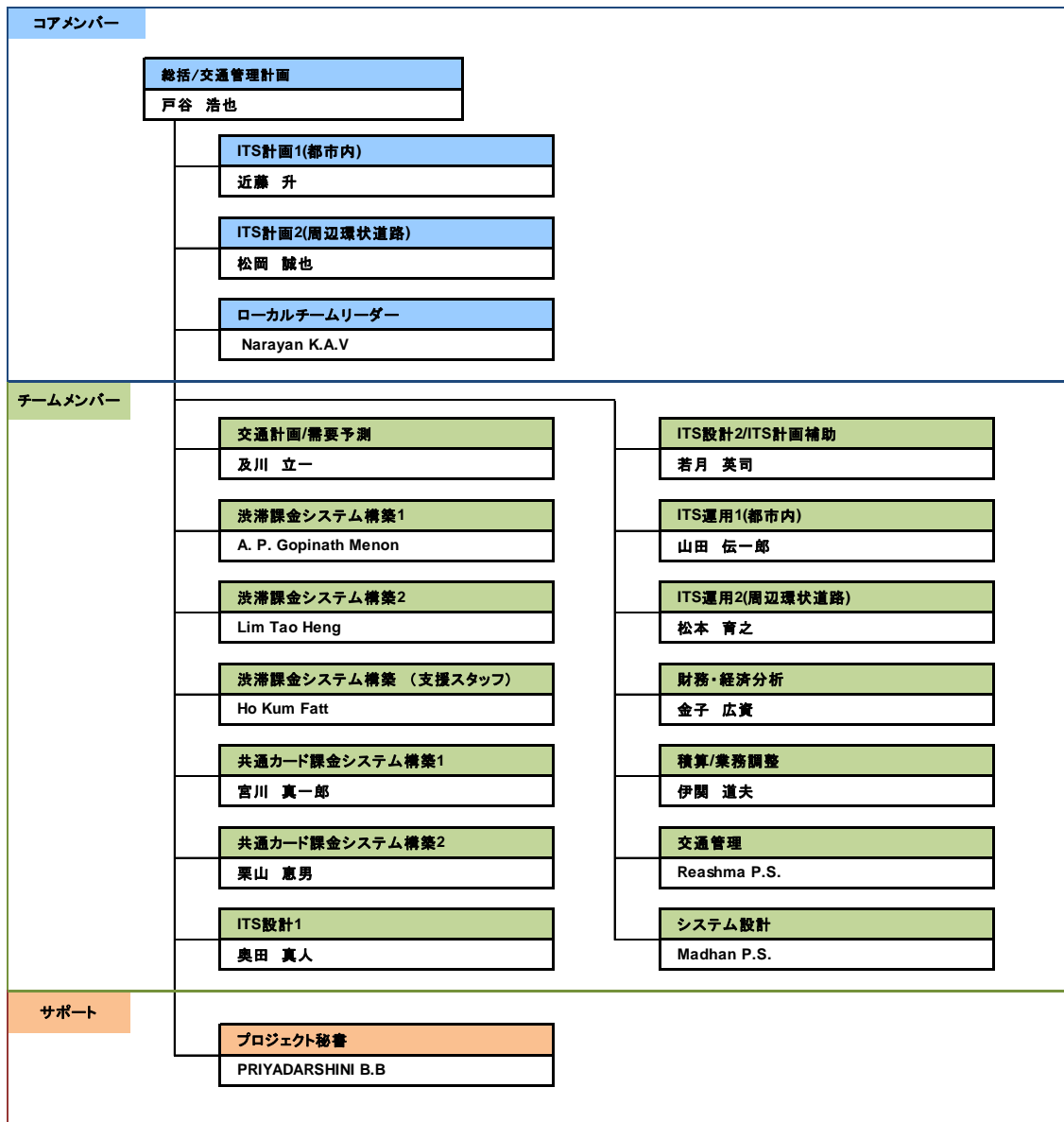
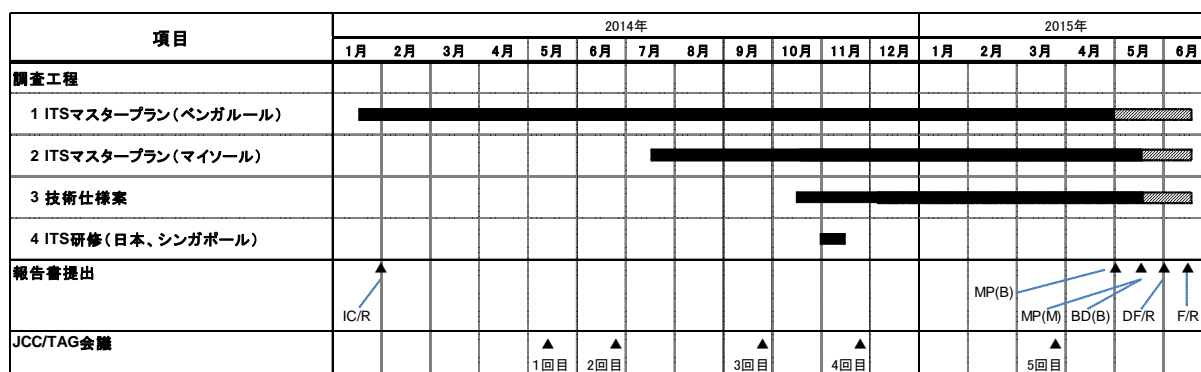


図 1.1 調査団構成図と調査団員

(出典: JICA 調査団)

1.6 調査スケジュール

調査スケジュールは図 1.2 に示すとおりである。



ICR: インセプションレポート
 MP(B): ITSマスタープラン(ベンガルール)
 MP(M): ITSマスタープラン(マイソール)
 BD(B): 技術仕様案
 DFR: ドラフトファイナルレポート
 FR: ファイナルレポート

図 1.2 調査スケジュール

(出典: JICA 調査団)

2 現状及び必要な ITS 対策

ここではベンガルール都市圏及びマイソールの現状と必要となる ITS 対策について検討を行った。検討結果はベンガルール都市圏及びマイソール ITS マスタープラン策定のために活用し反映した。以下に概要を述べる。

2.1 現状

2.1.1 地域特性

ベンガルール都市圏は、カルナタカ州の首都であり最大の都市である。人口は 900 万人でありインド 5 位にあたり、世界でも 27 位にランクしている。また、当地はインドの中でも、多くの異なる民族が居住している地区のひとつであり、人口の 60%以上はインドの他の州からの移民で構成されている。海拔 900 メートル、デカン高原の南側に位置し、年間を通じて穏やかな亜熱帯モンスーン気候であることが特徴的である。

マイソールは、1399 年から 1947 年の間、面積 128.42 平方キロメートルに広がるマイソール王国の首都であった。現在もマイソール宮殿など、観光地として注目されている。特に祭りのシーズン（毎年 9 月～10 月頃）には、多くの観光客がマイソールを訪れる。

本調査では、ベンガルール都市圏及びマイソールの人口、経済、産業、観光、貿易などの社会経済状況に関する情報を収集し、基礎資料として利用した。

2.1.2 道路網

(1) ベンガルール都市圏

ベンガルール都市圏の道路網は、放射状に形成され、それらの道路を接続する既存の3つの環状道路から構成されている。主要な放射状道路としては、東西方向に都市圏を横断する NH4、南北方向に NH7、南方向の他州のハイウェイに延伸する NH209 などである。

また、既存の環状道路は、コア環状道路（Core Ring Road : CRR）、内環状道路（Inner Ring Road : IRR）、及び外環状道路（Outer Ring Road : ORR）となる。

また、NICE 道路と呼ばれる半円の有料道路が存在し、延長は 45 キロメートル、市の南西に位置している。周辺環状道路（Peripheral Ring Road : PRR）の建設（全長 65 キロメートル）が計画されており、NICE 道路を延伸し、将来的にベンガルール都市圏を囲む形で計画されている。

ベンガルール都市圏の道路網の総延長は約 4000 キロである。PRR は、日本の円借款事業により整備されることが計画されている。

ベンガルール都市圏における道路網を図 2.1 に示す。

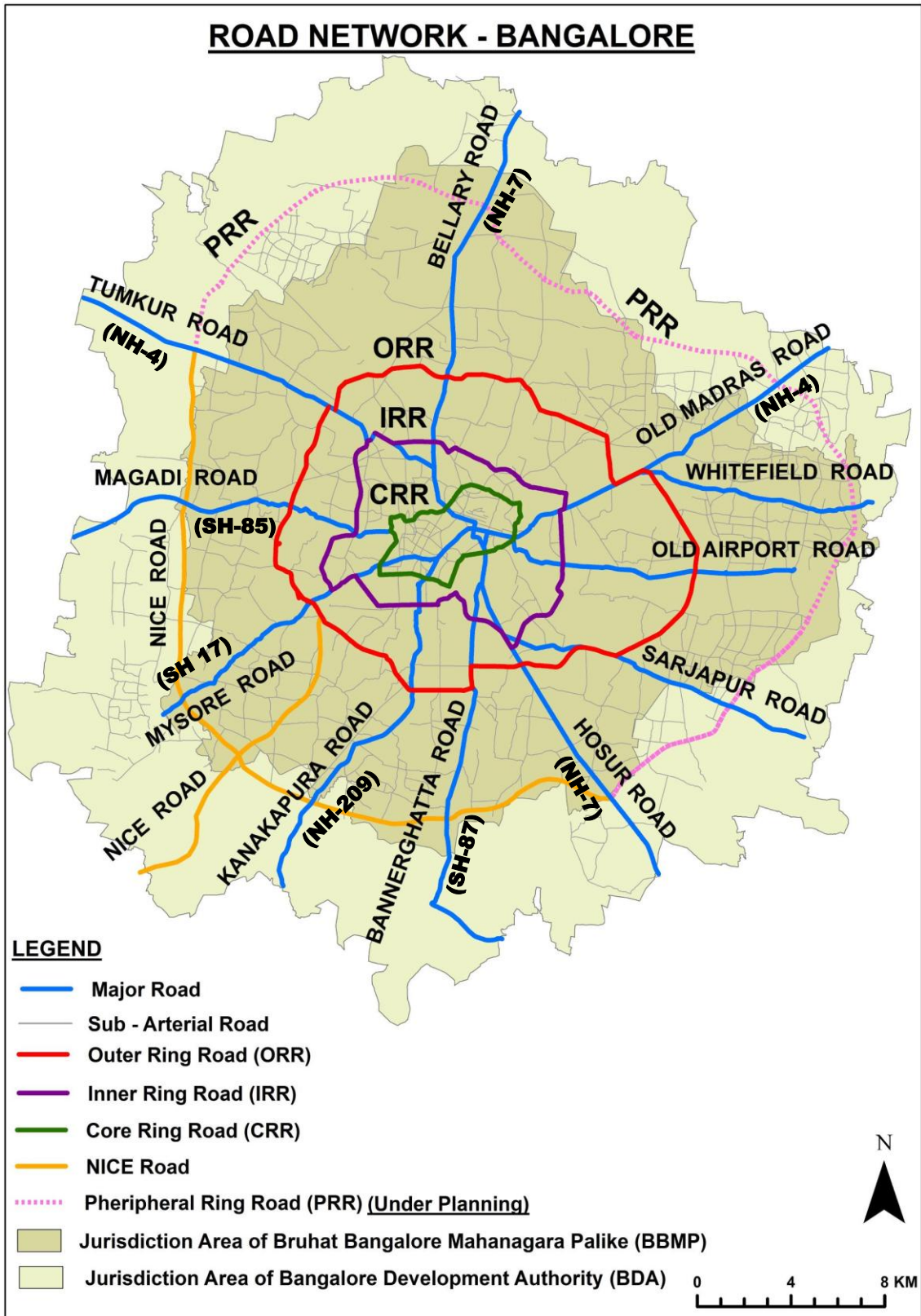


図 2.1 ベンガルール都市圏道路網

(出典: カルナタカ州都市交通局、JICA 調査団)

(2) マイソール

マイソールの道路網は、8放射状道路と3環状道路により構成される。

8放射状道路のうち4路線は州道、1路線が国道である。中でもベンガルール道路と呼ばれるSH17は、マイソールとベンガルールを接続し、ほぼ2車線道路であるが、一部4車線の区間が存在する。

環状道路については、内側に内環状道路（Inner Ring Road: IRR）が存在し、マイソールで最も混雑するエリアを通過する。外側には外環状道路（Outer Ring Road: ORR）が存在し、6車線道路を構成している。ただし、ORRの南東区間は建設されていない。また、これらの環状道路には、立体交差、フライオーバーなどは建設されていない。

マイソール道路網を図2.2に示す。

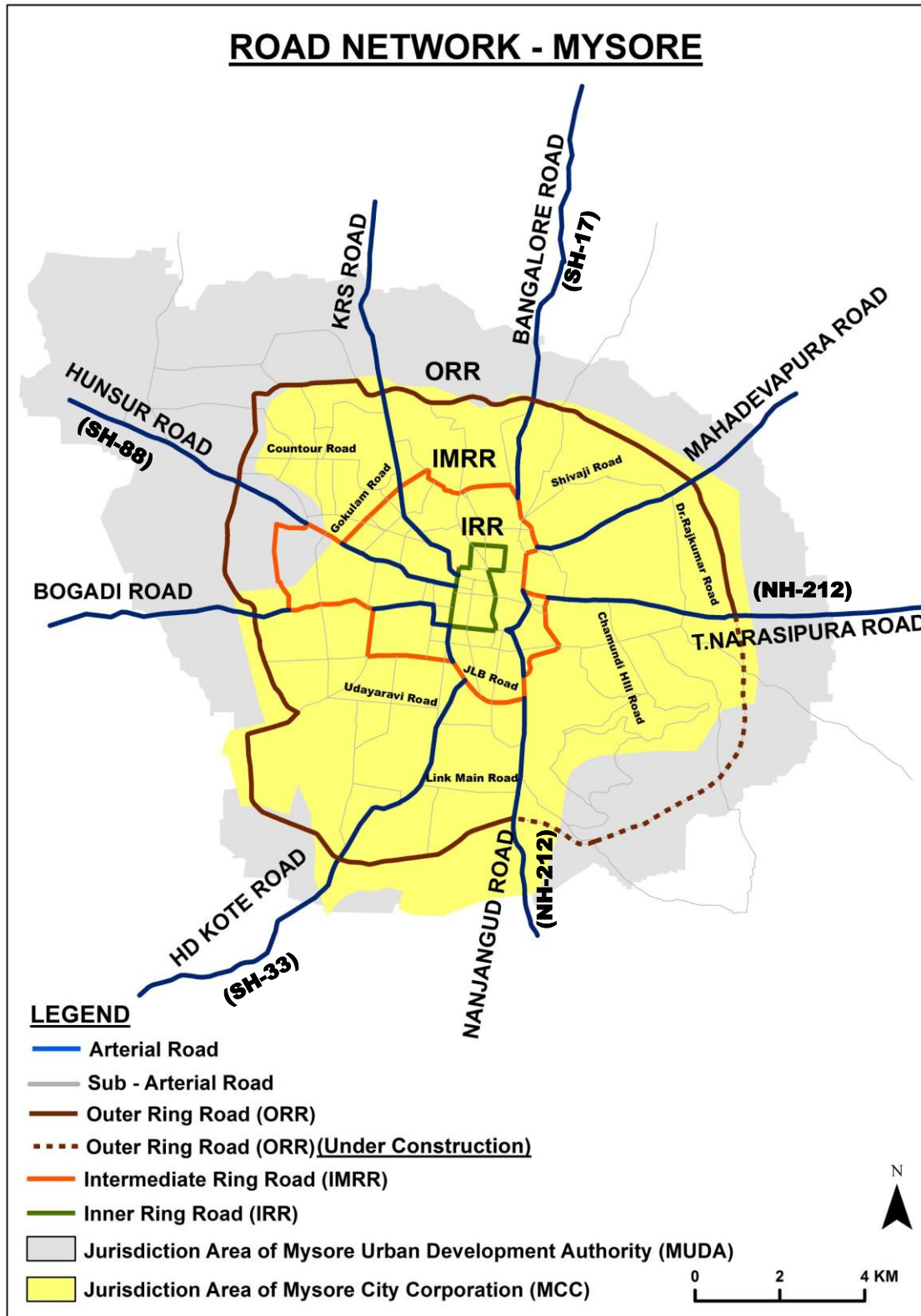


図 2.2 マイソール道路網

(出典: カルナタカ州都市交通局、JICA 調査団)

2.1.3 公共交通の現況

ベンガルール都市圏及びマイソールにおける公共交通の現況を表 2.1 に示す。

表 2.1 ベンガルール都市圏及びマイソールにおける公共交通

地域	公共交通	内容
ベンガルール	メトロ	<ul style="list-style-type: none"> 通称「Namma Metro」と呼ばれ、バンガロールメトロ公社によって管理されている。 総延長 127.3 キロの路線を 3 つのフェーズに分けて整備される計画である。 フェーズ 1 : 42.3km、フェーズ 2 : 72km、フェーズ 3 : 13km が計画されている。 現在、フェーズ 1 を整備中であり、2015 年 12 月に完成予定である。 このうち、6.7km が供用中である。(2011 年 10 月に開業)
	市バス	<ul style="list-style-type: none"> バンガロール都市圏交通公社により運営されている。 約 6700 台の市バスが運営され、1 日の乗車数はおよそ 495 万人である。
マイソール	市バス	<ul style="list-style-type: none"> マイソールにおける主要な公共交通は市バスである。カルナタカ州道路交通公社により運営される。 192 の営業路線があり、路線毎の平均延長は約 14.5km となる。 約 220 台のバスが運行されており、1 日の乗車数はおよそ 17 万 500 人である。

(出典：JICA 調査団)

2.1.4 関連する開発計画及び既存調査

ベンガルール都市圏及びマイソールにおける関連する開発計画及び既存調査を表 2.2 に示す。

表 2.2 関連する開発計画及び既存調査

地域	項目	説明
国レベル	全国都市交通政策	ジャワハルラル・ネルー全国都市再生計画に基づき、全国の都市交通政策に係る基本方針を定めたもの。中央政府により策定。
ベンガルール都市圏	ベンガルールマスタープラン 2015	バンガロール開発局により定められたもの。ベンガルールにおける総合開発マスタープラン。
	ベンガルール総合交通計画	全国都市交通政策に基づき、2011年に策定。
	ベンガルール総合交通計画調査	バンガロール地方開発局により現在実施中。全国都市交通政策に基づき、ベンガルール総合交通計画を更新するもの。
マイソール	マイソールマスタープラン 2031	マイソール開発局により策定。マイソールにおける 2031 年までの総合開発マスタープラン。
	マイソール総合交通計画	全国都市交通政策に基づき、2012年にカルナタカ州都市交通局により策定。

(出典：JICA 調査団)

2.1.5 ITS の現況

(1) ベンガルール都市圏

ベンガルール都市圏においては既にいくつかの ITS 設備が導入されている。表 2.3 に概要を示す。

表 2.3 ベンガルール都市圏における ITS の現況（概要）

管轄機関	ITS設備	説明
ベンガルール交通警察	交通管理センター	<ul style="list-style-type: none"> ベンガロール交通警察本部に設置 大型液晶画面により市内の主要交差点の状況を監視 約40台のワークステーションにより運用 下記のITS設備を運用
	CCTVカメラ	<ul style="list-style-type: none"> 約180個所の交差点に設置 交差点の状況を動画撮影し、交通管理センターにて監視
	速度超過取り締まりカメラ	<ul style="list-style-type: none"> 5台の固定カメラを市内に設置 速度超過車両を自動で撮影し、静止画像を交通管理センターに送信
	可変情報盤	<ul style="list-style-type: none"> 20台の可変情報盤を市内に設置 表示メッセージは交通安全喚起など、固定メッセージに限定される
	交通信号	<ul style="list-style-type: none"> 合計352台の信号機が市内の交差点にて稼働 信号周期は交通管理センターより手動にて変更する
	交通違反取締システム	<ul style="list-style-type: none"> 通称「E-Challan」と呼ばれる 交差点において信号無視を行った車両を自動で検知し、静止画像を撮影 静止画像が交通管理センターに送信され、ナンバープレートを元に車両所有者が特定され、罰金を後日請求する
	車両登録データベース	<ul style="list-style-type: none"> カルナタカ州交通局管轄の車両登録データベースにオンラインにて接続され、上記の交通違反取締システムにて使用される
ベンガルール都市圏交通公社	バス車両監視システム	<ul style="list-style-type: none"> 市バスの運行管理(車両位置等)を管理 約6500台の市バスにGPSを設置(予定)
	バス乗車券発券システム	<ul style="list-style-type: none"> バス乗車券を現金払いにより自動で発券 スマートカードの導入(計画中)
	バス情報提供システム	<ul style="list-style-type: none"> バスの到着予想時間及び運行状況を情報提供(構築中) インターネット、ショートメッセージ、バス停等における可変情報盤及びバス車内等において情報提供(構築中)
	データセンター	<ul style="list-style-type: none"> 上記のシステムに関係する各種のサーバ等を設置(構築中)
	バス運行管理センター	<ul style="list-style-type: none"> 上記のシステムによりバスの運行管理を実施(構築中)
ベンガルールメトロ公社	自動乗車料金支払いシステム	<ul style="list-style-type: none"> 「スマートトークン」と呼ばれる支払い媒体を使用 コンタクトレススマートカードによる支払いも可能
カルナタカ州観光開発公社	タクシー運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> タクシーにGPSを設置して運行を管理
インド国道庁 (ベンガルール高架有料道路 的会社)	交通管理システム	<ul style="list-style-type: none"> CCTVシステム 車両台数計測システム 気象観測システム 可変情報盤 専用緊急電話 パトロール車両による監視 交通管理センター
	料金徴収システム	<ul style="list-style-type: none"> 自動料金徴収システム(RFID方式を整備中) スマートカードによるタッチアンドゴーシステム 手動による料金徴収も併用
カルナタカ州交通局	車両登録データベース	<ul style="list-style-type: none"> 登録車両に関するデータベース

(出典：関連機関へのヒアリング調査に基づき JICA 調査団作成)

(2) マイソール

マイソールにおいても既にいくつかの ITS 設備が導入されている。表 2.4 に概要を示す。

表 2.4 マイソールにおける ITS の現況（概要）

管轄機関	ITS設備	説明
マイソール交通警察	交通管理センター	<ul style="list-style-type: none"> マイソール交通警察本部に設置 小型液晶画面により市内の主要交差点の状況を監視 4台のワークステーションにより運用 下記のITS設備を運用
	CCTVカメラ	<ul style="list-style-type: none"> 42個所の交差点に設置 交差点の状況を動画撮影し、交通管理センターにて監視
	速度超過取り締まりカメラ	<ul style="list-style-type: none"> 5台の固定カメラを市内に設置 速度超過車両を自動で撮影し、静止画像を交通管制センターに送信
	交通信号	<ul style="list-style-type: none"> 52台の信号機が市内の交差点にて稼働 信号周期は交通管制センターより手動にて変更する
	交通違反取締システム	<ul style="list-style-type: none"> 通称「E-Challan」と呼ばれる 交差点において信号無視を行った車両を自動で検知し、静止画像を撮影 静止画像が交通管理センターに送信され、ナンバープレートを元に車両所有者が特定され、罰金を後日請求する
	車両登録データベース	<ul style="list-style-type: none"> カルナタカ州交通局管轄の車両登録データベースにオンラインにて接続され、上記の交通違反取締システムにて使用される
カルナタカ州道路公社	バス車両監視システム	<ul style="list-style-type: none"> 市バスの運行管理(車両位置等)を管理 約500台の市バスにGPSを設置
	バス乗車券発券システム	<ul style="list-style-type: none"> バス乗車券を現金払いにより自動で発券
	バス情報提供システム	<ul style="list-style-type: none"> バスの到着予想時間及び運行状況を情報提供 インターネット、ショートメッセージ、バス停等における可変情報盤及びバス車内等において情報提供
	データセンター	<ul style="list-style-type: none"> 上記のシステムに関係する各種のサーバ等を設置
	バス運行管理センター	<ul style="list-style-type: none"> 上記のシステムによりバスの運行管理を実施
カルナタカ州交通局	車両登録データベース	<ul style="list-style-type: none"> 登録車両に関するデータベース

(出典：関連機関へのヒアリング調査に基づき JICA 調査団作成)

2.2 ITS 意向調査

ITS に関する潜在的なニーズを把握するため、ベンガルール都市圏及びマイソールにおいて ITS 意向調査を実施した。調査方法は、ショッピングモール周辺や、政府関係機関等の駐車場など市内の主な場所で作業員が無作為に調査シートを配布し意見を回収することで実施した。

オートバイ、車、バス、メトロ、トラック、及び緊急車両のドライバーや利用者に対し ITS 意向調査を実施した。調査結果を表 2.5 及び表 2.6 に整理する。

表 2.5 ITS 意向調査結果概要：ベンガルール都市圏

対象	課題	必要な情報・設備	その他必要な対策	渋滞課金の必要性	その他
バイク	<ul style="list-style-type: none"> 道路の飽和 車両の急激な増加 	<ul style="list-style-type: none"> 目的地までの旅行時間 渋滞状況 可変情報盤や携帯による情報提供 リアルタイム交通情報の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 公共交通の充実化 	必要あり (46%)	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通の利便性の向上の必要性
自動車	<ul style="list-style-type: none"> 道路の飽和 車両の急激な増加 	<ul style="list-style-type: none"> 渋滞個所と状況 目的地までの旅行時間 代替ルート情報 事故情報 リアルタイム交通情報の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 公共交通の充実化 	必要あり (46%)	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通の利便性の向上の必要性
バス	<ul style="list-style-type: none"> 道路の飽和 車両の急激な増加 	<ul style="list-style-type: none"> スマートカードによる支払い バス停での情報提供 リアルタイム交通情報の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 公共交通の充実化 	自家用車両に限定して必要あり (65%)	<ul style="list-style-type: none"> バスサービスの改善（車内の混雑、到着時間の定時化、バス料金の値下げ等） バス停での情報の充実化
メトロ	<ul style="list-style-type: none"> 道路の飽和 車両の急激な増加 交通マナー 	<ul style="list-style-type: none"> 共通カードの導入 乗り換え施設の整備 リアルタイム交通情報の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 公共交通の充実化 	自家用車両に限定して必要あり (79%)	
商用車	<ul style="list-style-type: none"> 道路の飽和 車両の急激な増加 	<ul style="list-style-type: none"> 事故情報 代替ルート情報 カーナビ等による情報 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 公共交通の充実化 	必要なし (99%)	<ul style="list-style-type: none"> 交通情報の改善
緊急車両	—	<ul style="list-style-type: none"> 渋滞個所と状況 代替ルート 目的地までの旅行時間 カーナビ等による情報 	<ul style="list-style-type: none"> 交通マナーの改善 一般市民の意識の改善（緊急車両通行の優先） 緊急車両監視センター等の構築 	自家用車両に限定して必要あり (100%)	<ul style="list-style-type: none"> 交通情報の改善

(出典：JICA 調査団)

詳細は「最終報告書」本編参照。

表 2.6 ITS 意向調査結果概要：マイソール

対象	課題	必要な情報・設備	その他必要な対策	渋滞課金の必要性	その他
バイク	車両の急激な増加 (但し、交通状況は概ね良好)	<ul style="list-style-type: none"> 渋滞個所情報 代替ルート情報 事故情報 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 公共交通の充実化 	必要なし	マイソールにおける交通状況は概ね良好。但し、最近の傾向として車両の増加が見られる。
自動車		<ul style="list-style-type: none"> 渋滞個所情報 代替ルート情報 事故情報 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 	必要なし	
バス		<ul style="list-style-type: none"> スマートカードによる支払い バス停での情報提供 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 	必要なし	
商用車		<ul style="list-style-type: none"> 渋滞個所情報 代替ルート情報 事故情報 	<ul style="list-style-type: none"> 取り締まりの強化 	必要なし	
旅行者 (インド人)	<ul style="list-style-type: none"> 主要観光地へのガイドランス情報不足 観光情報の不足 	<ul style="list-style-type: none"> 主要観光地の情報 ルートガイドランス情報 	<ul style="list-style-type: none"> 歩行者環境の改善 	-	<ul style="list-style-type: none"> 環境配慮型の車両の導入等 公共施設・観光施設等の衛生状態の改善の必要性
旅行者 (外国人)					

(出典：JICA 調査団)

詳細は「最終報告書」本編参照。

2.3 主な課題（概要）

(1) ベンガルール都市圏

これまでの調査に基づき、特定されたベンガルール都市圏における主な課題を表 2.7 に整理する。

表 2.7 ベンガルール都市圏における主な課題

区分	課題	情報ソース	CTTP (※1)	CTTS (※2)	ITS意向調査	その他の情報 (※3)	調査団 (※4)
道路交通	二輪車、三輪(オートリキシャ)の高い比率		●	●			
	恒常的な渋滞		●	●	●	●	
	交通事故の増加			●		●	
	大気汚染、騒音公害の悪化		●			●	
道路インフラ	一方通行を基本とした市内の複雑な道路ネットワーク						●
	道路交通需要に対して不十分な道路インフラ		●		●		
	劣悪な道路路面状況(舗装状態、車線の未整備等)			●		●	
	違法駐車車両の増加		●	●			
	駐車場の未整備		●	●			
	降雨時の冠水					●	
	交通弱者(歩行者、障害者、老人等)に配慮した道路環境の未整備		●	●		●	
	自転車交通に配慮した道路環境の未整備		●				
公共交通	乗り換え設備の未整備				●		
	鉄道との立体交差の未整備					●	
	公共交通情報の不足				●		
	不適切な位置に設置された多くのバス停(交差点付近等)						●
	劣悪な公共バス車両					●	
	公共料金支払いシステムの未整備による乗車券購入時の不便						●
	上記の結果による道路交通需要からの転換の限度		●				
交通マナー	交通マナーの欠如				●	●	
	交通マナーの重要性に対する一般市民の理解不足			●	●	●	
施設・設備	故障した多くの路側機器					●	
	適切な道路・交通管理のための設備及びデータの未整備						●
	不適切な機器の維持管理						●
	交通情報提供のための設備の未整備				●		
	非効率な有料道路料金徴収による渋滞						●
管理体制	都市交通施策・道路交通管理のための関係機関による連携不足			●			
	上記を原因とする無計画な道路整備			●			
	複雑な行政体制(調達、設置/工事、維持管理において異なる管轄機関)			●			
	上記に起因する、不明確な責任分担			●			
	上記に起因する、煩雑な施策の実施、管理運営状況			●			
	担当機関・職員の能力不足			●			

補足 (※1) : CTTP ベンガルール総合交通計画

補足 (※2) : CTTP ベンガルール総合交通計画調査

補足 (※3) : 上表 情報ソースに記載以外の情報源 (含: 新聞記事)

補足 (※4) : JICA 調査団による現場踏査 (上表 情報ソースに記載の情報源で網羅されない項目)

(出典: JICA 調査団)

(2) マイソール

マイソールにおいては表 2.8 に示す課題が特定された。

表 2.8 マイソールにおける主な課題

区分	課題	情報ソース				
		CTTP (※1)	マスタープラン(※2)	ITS意向調査	その他の情報 (※3)	調査団 (※4)
道路交通	二輪車、三輪(オートリキシャ)の高い比率	●				
	車両の急激な増加		●	●		
	市内中心部における渋滞の発生	●				
	交通事故の増加	●			●	
道路インフラ	道路交通需要に対して不十分な道路インフラ	●	●			
	劣悪な道路路面状況(舗装状態、車線の未整備等)	●		●		
	違法駐車車両の増加	●				
	駐車場の未整備	●				
	不適切な道路・交差点形状					●
公共交通	交通弱者(歩行者、障害者、老人等)に配慮した道路環境の未整備	●		●		
	乗り換え設備の未整備	●				
	道路交通との区画の未整備によるバス停等における不十分な安全確保	●				
	公共料金支払いシステムの未整備による乗車券購入時の不便			●		
交通マナー	上記の結果による道路交通需要からの転換の限度	●				
	交通マナーの欠如	●				
交通マナー	交通マナーの重要性に対する一般市民の理解不足	●				
	故障した多くの路側機器					●
施設・設備	主要交差点における不適切な信号サイクル					●
	適切な道路・交通管理のための設備及びデータの未整備					●
	交通情報提供のための設備の未整備					●
	駐車場設備の未整備	●				
観光	観光施設へのガイドンス情報の未整備			●		
	観光情報の不足			●		
	ルートガイドンス情報の不足			●		
管理体制	都市交通施策・道路交通管理のための関係機関による連携不足	●				
	上記を原因とする無計画な道路整備	●				
	担当機関・職員の能力不足	●				

補足 (※1) : CTTP マイソール総合交通計画

補足 (※2) : マイソールマスタープラン

補足 (※3) : 上表 情報ソースに記載以外の情報源 (含: 新聞記事)

補足 (※4) : JICA 調査団による現場踏査 (上表 情報ソースに記載の情報源で網羅されない項目)

(出典: JICA 調査団)

3 ITS の基本方針

ここではベンガルール都市圏及びマイソールにおける ITS の基本方針について検討を行った。検討結果はベンガルール都市圏及びマイソール ITS マスタープラン策定のために活用し反映した。以下に概要を述べる。

3.1 ベンガルール都市圏

(1) ビジョン

これまでの調査結果を踏まえ、ベンガルール都市圏 ITS マスタープランのビジョンを以下のとおり設定した。

- 最新の技術を活用し、移動性の確保と利便性・快適性を改善し、生活の質を向上させる
- 持続可能な都市の発展及び生産性の向上を支援し、効率化する
- 環境と調和した走行性の向上と安全性を向上させる

(2) 目標

上記のビジョンを実現するために、表 3.1 に示す目標を設定した。

表 3.1 ITS の目標

目標	説明
利便性	移動時間とコストを削減する 交通情報を提供する 交通弱者を支援する
効率性	道路交通管理を強化する 異なる交通機関の接続性を強化する 道路の利用効率を向上する
安全性	交通事故を削減する 緊急時の対応を向上させる
環境の改善とエネルギーの効率化	大気汚染を削減する 二酸化炭素を削減する エネルギー消費を削減する

(出典：JICA 調査団)

3.2 マイソール

(1) ビジョン

マイソール ITS マスタープランのビジョンを以下のとおり設定した。

- 最新技術を利用することにより、観光客の利便性と生活の質を向上させる
- 都市交通対策を支援し、環境にやさしいモビリティ環境を実現する
- 持続可能な都市の発展及び生産性の向上を支援し、歴史遺産の保護に貢献する

(2) 目標

上記のビジョンを実現するために、表 3.2 に示す目標を設定した。

表 3.2 ITS の達成目標

目標	説明
利便性	移動時間とコストを削減する 旅行／交通情報を提供する 観光情報を提供する
効率性	道路管理を強化する 接続性を改善する 道路の利用効率を向上させる
安全性	交通事故を削減する 緊急時の対応を向上させる
環境の改善とエネルギーの効率化	大気汚染を削減する 二酸化炭素を削減する エネルギー消費を削減する

(出典：JICA 調査団)

3.3 戦略と ITS コンポーネント

3.3.1 戦略

目標を達成するために、以下の 9 つの戦略を実行する。

- (1) 定量的な交通データの収集、分析、保存、及び提供
- (2) 各種の情報源から可用な情報・データの収集、統合及び有効活用
- (3) 組織間の十分な調整を図るための適切な組織の枠組みの構築
- (4) 適切な都市交通施策のための意思の決定
- (5) 適切な交通制御と交通管理
- (6) 適切な道路管理
- (7) 適切な交通需要管理
- (8) 効率的な公共交通の乗り継ぎ
- (9) 持続可能な ITS の推進と国レベルでの ITS 政策との調和

3.4 ITS の強化分野と ITS コンポーネント

前項で定めた戦略では、ITS 施策等に必要な組織を構築するなど行政措置と足並みを揃える必要がある。ここでは、ITS 施策の観点で考える。

戦略を実行するために、その強化分野を定義した。表 3.3 および表 3.4 に ITS の強化分野とそれに対応する ITS コンポーネントの内容を示す。

表 3.3 ITS による強化分野及び ITS コンポーネント：ベンガルール都市圏

ITS による強化分野	ITS コンポーネント（システム※）
1) 定量的交通データ及び有用な情報の収集	交通データ収集システム 交通管制システム（高速道路）
2) 交通管理の支援	交通データ収集システム 交通状況監視システム 交通情報提供システム 交通事故情報管理システム 駐車場管理システム 信号連携システム 渋滞課金システム 交通管制システム（高速道路）
3) 都市交通計画支援	交通データ収集システム 交通状況監視システム 交通事故情報管理システム 交通管制システム（高速道路）
4) 駐車場の効率的な運用と計画支援	交通データ収集システム 駐車場管理システム
5) 交通事故対策及び交通安全向上支援	交通状況監視システム 交通事故情報管理システム 交通管制システム（高速道路） 過積載車両監視システム
6) 円滑な交通流の対策支援	駐車場管理システム 交通情報提供システム 信号連携システム 渋滞課金システム 料金徴収システム
7) 取り締まり支援	交通違反取締システム 過積載車両監視システム
8) 道路管理の支援	道路インベントリ管理システム
9) 出発前及び移動中の道路交通情報の提供	駐車場管理システム 交通情報提供システム
10) 異なる交通機関のスムーズな接続支援	共通スマートカードシステム 公共交通情報提供システム
11) 公共交通情報提供	公共交通情報提供システム
12) 交通弱者対策支援	交通弱者のための安全支援システム

ITS による強化分野	ITS コンポーネント（システム※）
13) 商用車管理支援	交通情報提供システム 信号連携システム 商用車両管理システム
14) 緊急車両支援	信号連携システム
15) 公共交通運行管理の効率化支援	公共交通運行管理システム 公共交通料金支払いシステム 共通スマートカードシステム

補足（※）：ITS による強化分野を実現するには上記に示された ITS コンポーネント以外にも多くのものが存在する。ここでは、より直接的に貢献し得るものを挙げた。

（出典：JICA 調査団）

表 3.4 ITS による強化分野及び ITS コンポーネント：マイソール

ITS による強化分野	ITS コンポーネント（システム※）
1) 定量的交通データ及び有用な情報の収集	交通データ収集システム
2) 交通管理の支援	交通データ収集システム 交通状況監視システム 交通情報提供システム 交通事故情報管理システム 駐車場管理システム 信号連携システム
3) 都市交通計画支援	交通データ収集システム 交通状況監視システム 交通事故情報管理システム
4) 駐車場の効率的な運用と計画支援	交通データ収集システム 駐車場管理システム
5) 交通事故対策及び交通安全向上支援	交通状況監視システム 交通事故情報管理システム 過積載車両監視システム
6) 円滑な交通流の対策支援	駐車場管理システム 交通情報提供システム 信号連携システム
7) 取り締まり支援	交通違反取締システム 過積載車両監視システム
8) 道路管理の支援	道路インベントリー管理システム
9) 出発前及び移動中の道路交通情報の提供	駐車場管理システム 交通情報提供システム
10) 異なる交通機関のスムーズな接続支援	共通スマートカードシステム 公共交通情報提供システム
11) 公共交通情報提供	公共交通情報提供システム
12) 交通弱者対策支援	交通弱者のための安全支援システム
13) 商用車管理支援	交通情報提供システム 信号連携システム 商用車両管理システム
14) 緊急車両支援	信号連携システム
15) 公共交通運行管理の効率化支援	公共交通運行管理システム 公共交通料金支払いシステム 共通スマートカードシステム

補足（※）：ITS による強化分野を実現するには上記に示された ITS コンポーネント以外にも多くのものが存在する。ここでは、より直接的に貢献し得るものを挙げた。

（出典：JICA 調査団）

3.5 ベンガルール都市圏及びマイソールにおける ITS コンポーネント

前頁に示した ITS コンポーネントの中から、ベンガルール都市圏及びマイソールに適切な ITS コンポーネントをさらに選定した。選定にあたっては、定量的な交通データの収集・活用、動的な交通情報の提供、これらを通じた交通流の改善、ユーザや旅行者にとっての利便性・信頼性の向上に寄与するシステムについても配慮した。選定にあたっての詳細については「最終報告書」本編を参照。

以下に、各地域における ITS コンポーネントを示す。

(1) ベンガルール都市圏における ITS コンポーネント

- (a) 交通データ収集システム
- (b) 交通情報提供システム
- (c) 渋滞課金システム
- (d) 信号連携システム
- (e) 交通管制システム（周辺環状道路）
- (f) 料金徴収システム（周辺環状道路）
- (g) 共通スマートカードシステム

(2) マイソールにおける ITS コンポーネント

- (a) 交通データ収集システム
- (b) 交通情報提供システム
- (c) 駐車場管理システム
- (d) 信号連携システム
- (e) 共通スマートカードシステム

上記の ITS コンポーネントは、次節の中で優先順位付けした。

3.6 ITS の段階的な整備方針

選択した ITS コンポーネントの中で、いくつかのものは短期間で導入することが可能であり、いくつかのものはインフラ整備に併せて中期、長期の期間を必要とする。また ITS は情報技術を基本とするが、その進歩は急速である。

これらの観点を考慮し、ITS マスタープランでは 3 段階に分けた段階的導入を基本方針として掲げる。段階的な整備方針を表 3.5 に示す。

表 3.5 段階的な整備方針

段階	地域	目標年次	方針
フェーズ 1	ベンガルール	2015 年～2019 年 (1～5 年目)	<ul style="list-style-type: none"> • 短期に導入可能な ITS コンポーネントを導入する。 • これらの運用を開始する。
	マイソール	2015 年～2017 年 (1～3 年目)	<ul style="list-style-type: none"> • 比較的長期間を要する ITS コンポーネントのための導入の準備を開始する。
フェーズ 2	ベンガルール	2020 年～2024 年 (6～10 年目)	<ul style="list-style-type: none"> • フェーズ 1 で導入した ITS コンポーネントを拡張する。
	マイソール	2018 年～2022 年 (4～8 年目)	<ul style="list-style-type: none"> • フェーズ 1 で導入の準備を開始した ITS コンポーネント（長期）の運用を開始する。
フェーズ 3	ベンガルール	2025 年以降 (11 年目以降)	<ul style="list-style-type: none"> • 新たな技術等を活用しながら機能を拡張する。
	マイソール	2023 年以降 (9 年目以降)	

(出典：JICA 調査団)

3.7 ITS コンポーネントの実施スケジュール

これまでの検討に基づき、ITS コンポーネントの実施スケジュールを表 3.6 及び表 3.7 に示す。

表 3.6 ITS コンポーネントの実施スケジュール：ベンガルール都市圏

ITSのための必要条件及び主な関連イベント		フェーズ1					フェーズ2					フェーズ3	特記事項
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
必要条件 (技術的観点より)	車両登録制度の改善	[準備段階]										2018年中旬までに改善することが推奨される	
	ナンバープレートの標準化	[準備段階]										2018年中旬までに改善することが推奨される	
主な関連イベント	周辺環状道路	[準備段階]										左記線表(準備段階)には用地買収及び土木工事を含む	
	ベンガルールストロ	[準備段階]											
	ITSマスタープラン	[準備段階]										定期的な改定が重要である	
		▲承認					▲改定						
		▲フェーズ1開通					▲フェーズ2開通						

ITSコンポーネント		フェーズ1					フェーズ2					フェーズ3	特記事項
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
ベンガルール交通情報システム	交通データ収集システム	[準備段階]										- ベンガルール交通情報システムとして整備 - 対象エリアを順次拡張.	
	交通情報提供システム	[準備段階]										- ベンガルール交通情報システムとして整備 - 対象エリアを順次拡張.	
交通管理システム (既存)	信号連携システム	[準備段階]										- 3段階に分けて整備 - バンガロール交通警察の交通管理システム(既存)の一部として整備	
周辺環状道路のためのITS	交通管制システム	[準備段階]										周辺環状道路の開通に合わせて運用を開始	
	料金徴収システム	[準備段階]										周辺環状道路の開通に合わせて運用を開始	
渋滞課金システム		[準備段階]										市内中心部を対象	
共通スマートカードシステム		[準備段階]										遅くともベンガルールストロフェーズ2開始前までには実施	

: 準備段階 (設計、調達、据え付け等)
 : 運営段階

(出典：JICA 調査団)

4 ITS コンポーネントの概略検討

ベンガルール都市圏及びマイソールにおける ITS コンポーネントの概略検討を行った。検討結果はベンガルール都市圏及びマイソール ITS マスタープラン策定のために活用し反映した。概要を表 4.1 及び表 4.2 に示す。概略検討の詳細は「最終報告書」本編を参照。

表 4.1 ITS コンポーネントの概略検討：ベンガルール都市圏

システム	サブシステム	目的・機能	設置計画
ベンガルール交通情報システム	プローブカーシステム	<ul style="list-style-type: none"> プローブデータを基に動的渋滞情報を生成 車両に設置されたGPSよりプローブデータを取得し、センターにて処理 	<ul style="list-style-type: none"> 市バス事業者により約6700台の市バスにGPSの設置が計画 ここから得られるプローブデータを活用(初期段階) 商用車両などその他のプローブデータを活用(将来)
	渋滞長計測システム	<ul style="list-style-type: none"> 占有率を計測し渋滞長を算出 プローブカーシステムの補完 	<ul style="list-style-type: none"> 渋滞が顕著な市内の13個所に設置
	交通量計測システム	<ul style="list-style-type: none"> 管理目的のために、断面交通量を車種別(車両サイズ:大型・小型別)に計測 	<ul style="list-style-type: none"> 市内の主要道の間地点136個所に設置
	可変情報盤	<ul style="list-style-type: none"> 道路交通情報を道路ユーザに提供 市内主要交差点手前(市内方向)に設置し、流入交通の分散を図る 	<ul style="list-style-type: none"> 市内の20個所に設置
	センターシステム	<ul style="list-style-type: none"> 上記のサブシステムより収集された各種のデータを処理 可変情報盤等、各種の情報媒体より交通情報を提供 蓄積された定量データを都市交通対策に活用 市内の交通を監視 	<ul style="list-style-type: none"> カルナタカ州都市交通局に設置
交通管理システム	信号連携システム	<ul style="list-style-type: none"> 交通状況に応じた適切な信号サイクルを適用し、信号間で連携を図ることで市内の交通流の整美化を図る 	<ul style="list-style-type: none"> 3段階に分けて設置(第一段階:100基、第二段階:180基、第三段階:120基) バンガロール交通警察管理の既存の交通管理センターに整備
周辺環状道路のITS	料金徴収システム	<ul style="list-style-type: none"> 周辺環状道路の高速道路料金を徴収 マニュアル徴収、タッチアンドゴー、及び自動料金收受システム(ETC)を採用 	周辺環状道路本体事業の一環として整備
	交通管制システム	<ul style="list-style-type: none"> 周辺環状道路の交通管理 	
渋滞課金システム	渋滞課金システム	<ul style="list-style-type: none"> 市内中心地区における渋滞課金を実施することで渋滞を改善し、公共交通への転換を促す 	<ul style="list-style-type: none"> 市内中心地区(セントラル・ビジネス地区: CBD)を対象とする。 18個所の課金ポイントを設置
共通スマートカード	共通スマートカードシステム	<ul style="list-style-type: none"> 異なる交通機関及び各種の支払いで共通して使用可能なプリペイドカードを導入し、利用者の利便性の向上を図り、また公共交通利用の利便性を向上する 	<ul style="list-style-type: none"> カルナタカ州レベルでのクリアリングハウスを構築

(出典：JICA 調査団)

表 4.2 ITS コンポーネントの概略検討：マイソール

システム	サブシステム	目的・機能	設置計画
マイソール交通情報システム	プローブカーシステム	<ul style="list-style-type: none"> プローブデータを基に動的渋滞情報を生成 車両に設置されたGPSよりプローブデータを取得し、センターにて処理 	<ul style="list-style-type: none"> 市バス事業者により約400台の市バスにGPSが設置 ここから得られるプローブデータを活用
	交通量計測システム	<ul style="list-style-type: none"> 管理目的のために、断面交通量を車種別(車両サイズ:大型・小型別)に計測 	<ul style="list-style-type: none"> 市内の主要道の間差点22個所に設置
	可変情報盤	<ul style="list-style-type: none"> 道路交通情報を道路ユーザに提供 市内主要交差点手前(市内方向)に設置し、流入交通の分散を図る 	<ul style="list-style-type: none"> 市内の6個所に設置
	駐車場満空情報システム	<ul style="list-style-type: none"> 市内の主要観光施設における駐車場の満空情報を提供し、交通誘導を図る 可変情報盤、インターネットにて情報提供 	<ul style="list-style-type: none"> マイソールパレス、チャムンディヒルズ、マイソール動物園における駐車場情報を提供
	センターシステム	<ul style="list-style-type: none"> 上記のサブシステムより収集された各種のデータを処理 可変情報盤等、各種の情報媒体より交通情報及び駐車場の利用状況を提供 蓄積された定量データを都市交通対策に活用 市内の交通を監視 	<ul style="list-style-type: none"> ベンガルール交通情報システムセンターと同一の個所:カルナタカ州都市交通局に設置(初期段階)
交通管理システム	信号連携システム	<ul style="list-style-type: none"> 交通状況に応じた適切な信号サイクルを適用し、信号間で連携を図ることで市内の交通流の整流化を図る 	<ul style="list-style-type: none"> 2段階に分けて設置(第一段階:10基、第二段階:14基) マイソール交通警察管理の既存の交通管理センターに整備
共通スマートカード	共通スマートカードシステム	<ul style="list-style-type: none"> 異なる交通機関及び各種の支払いで共通して使用可能なプリペイドカードを導入し、利用者の利便性の向上を図り、また公共交通利用の利便性を向上する 	<ul style="list-style-type: none"> カルナタカ州レベルでのクリアリングハウスを構築(ベンガルールにて構築予定のクリアリングハウスの枠組みに参加)

(出典：JICA 調査団)

5 必要な組織体制

ここではベンガルール都市圏及びマイソールで必要となる ITS の組織体制について検討を行った。検討結果はベンガルール都市圏及びマイソール ITS マスタープラン策定のために活用し反映した。以下に概要を述べる。

(1) 組織的枠組み

今回提案した ITS の導入実現に向けて、組織的な枠組みを確立することが必要である。既存の ITS 施設は各々の担当組織の下で実施されている。同様に、ITS マスタープランが提唱する ITS コンポーネントについても新たな組織・部局を設立する、もしくは既存の部局を担当に割り当てる等の措置が必要となる。

さらに、ITS に係る活動全般を監督することを目的とした「ITS Society」¹を設立することを推奨する。ITS を実施してゆくためには、計画、構築/導入、運営維持管理（含：取り締まり）、評価、拡張・更新等を適切且つ継続的に行うことが重要であり、またこれらに必要とされる予算措置を講ずることが求められる。「ITS Society」はカルナタカ州都市交通局局長が議長を務め、関連機関の高官により組織されることを推奨する。これによって、組織間の連携を図り、意思決定をし、必要な場合はさらに上位の州政府の判断を仰ぐ。運営維持管理のための組織体制を ITS コンポーネント毎に以下に示す。

(2) 運営維持管理のための組織体制

a) ベンガルール交通情報システム：ベンガルール都市圏

ベンガルール交通情報システムは定量的な交通データを収集し、動的な交通情報をユーザーに提供する。また、蓄積された定量データは都市交通対策のために活用し、収集されたデータや分析結果は必要に応じて関連機関に共有する。

実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、本システムは公共事業の一環として整備されることになり、官側の担当部局が責任を持って監督することが重

¹ 「Society」とは、法令“Indian Society Act 1860”に従い、設立趣旨・目的を達成するために法的な責任を持つものである。基本合意書には趣旨・目的が明記され、「Society」構成メンバー／構成機関が署名する。「Register of Society」に登録され、これを以って目的達成にあたっての法的責任を伴うことになる。

要である。このため、運営維持管理を監督する官側担当者の責任の下、この配下に日々の運営維持管理を行う民間委託業者を配置することが適切である。

b) 信号連携システム：ベンガルール都市圏

信号連携システムは交通状況に応じて最適な信号サイクルを適用し信号間の連携を図ることで市内の交通流を改善するものである。既存の交通信号はバンガロール交通警察により運営されている。このため、信号連携システムも同様にバンガロール交通警察の既存の交通管理センターの一部として導入する。交通管理は警察の管轄であり、信号の運用はこの一環として実施される。このため、実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、交通警察が責任を持って監督することが重要である。

c) 交通管制システム（周辺環状道路）：ベンガルール都市圏

周辺環状道路における交通を管理するために交通管制システムを導入し交通管制センターを整備する。交通管制センターにて交通を監視し、道路交通情報を高速道路ユーザーへ提供するとともに突発事象が発生した際は必要な処置を講ずる。

実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、官側の担当部局が責任を持って監督することが重要である。特に、高速道路における安全を確保するという意味においても、運営維持管理を監督する官側担当者の責任の下、この配下に日々の運営維持管理を行う民間委託業者を配置することが適切である。

d) 料金徴収システム（周辺環状道路）：ベンガルール都市圏

周辺環状道路における通行料金を徴収することを目的として料金徴収システムを導入する。実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、官側の担当部局が責任を持って監督することが重要である。特に、公共事業の一環として整備された周辺環状道路の利用料を徴収するという意味においても、運営維持管理を監督する官側担当者の責任の下、この配下に日々の運営維持管理を行う民間委託業者を配置することが適切である。

e) 渋滞課金システム：ベンガルール都市圏

市内の中心地区における渋滞を改善し、また公共交通利用への転換を図ることを目的として渋滞課金システムを導入する。センターを構築し、渋滞課金システムの運営維持管理を行う。実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、官側の担当部局が責任を持って監督することが重要である。運営維持管理を監督する官側担当者の責任の下、この配下に日々の運営維持管理を行う民間委託業者を配置することが適切である。

f) 共通スマートカードシステム：ベンガルール都市圏

ユーザーの利便性を向上することを目的として、異なる交通機関や各種の支払いサービスにて共通して使用可能なスマートカードシステムを導入する。決済システムとしてクリアリングハウスを構築し、異なる交通機関や各種の支払いサービスの支払い料金を精算する。本クリアリングハウスはカルナタカ州政府の管轄となる。州政府管轄の下、支払い料金を徴収・精算するという意味においても、官側の担当部局が責任を持って監督することが重要である。従って、クリアリングハウスの運営については官側が行うべきである。システムの維持管理の実業務は民間に委託されることが想定される。この場合も、官側が責任を持って維持管理を監督することが重要である。

g) マイソール交通情報システム：マイソール

マイソール交通情報システムは定量的な交通データを収集し、動的な交通情報をユーザーに提供する。また、蓄積された定量データは都市交通対策のために活用し、収集されたデータや分析結果は必要に応じて関連機関に共有する。

実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、本システムは公共事業の一環として整備されることになり、官側の担当部局が責任を持って監督することが重要である。このため、運営維持管理を監督する官側担当者の責任の下、この配下に日々の運営維持管理を行う民間委託業者を配置することが適切である。

h) 信号連携システム：マイソール

信号連携システムは交通状況に応じて最適な信号サイクルを適用し信号間の連携を図ることによって市内の交通流を改善するものである。既存の交通信号はマイソール交通警察により運営されている。このため、信号連携システムも同様にマイソール交通警察の既存の交通管理センターの一部として導入する。交通管理は警察の管轄であり、信号の運用はこの一環として実施される。このため、実際の運営維持管理業務は民間業者に委託されることが想定されるが、交通警察が責任を持って監督することが重要である。

6 概算整備費用

ベンガルール都市圏及びマイソールの ITS コンポーネントにおける概算整備費用を算出した。表 6.1、表 6.2 にそれぞれ示す。

表 6.1 ITS コンポーネント概算整備費用（ベンガルール都市圏）

単位：インドルピー

ITSコンポーネント		機器費			年間運営維持 管理費
		フェーズ1	フェーズ2	計	
ベンガルール交通情報システム	センター(含:プローブカーシステム)	691,778,188	44,523,400	736,301,588	50,281,440
	渋滞長計測システム	138,934,950		138,934,950	
	交通量計測システム	197,324,820		197,324,820	
	情報提供システム(可変情報盤システム)	161,475,353	161,475,353	322,950,705	
	情報提供システム(インターネットシステム)	66,792,000	1,265,000	68,057,000	
小計		1,256,305,310	207,263,753	1,463,569,063	
周辺環状道路のITS	交通管制システム	703,752,149		703,752,149	39,551,318
	料金徴収システム	676,745,031		676,745,031	798,905,184
小計		1,380,497,180		1,380,497,180	838,456,502
	信号連携システム	848,880,665	2,309,515,215	3,158,395,880	133,660,208
	渋滞課金システム	1,100,002,931		1,100,002,931	72,822,288
	共通スマートカードシステム(クリアリングハウス)	475,663,920		475,663,920	10,890,000
合計		5,061,350,006	2,516,778,968	7,578,128,973	1,106,110,438

(出典：JICA 調査団)

表 6.2 ITS コンポーネント概算整備費用（マイソール）

単位：インドルピー

ITSコンポーネント		機器費			年間運営維持 管理費
		フェーズ1	フェーズ2	計	
マイソール交通情報システム	センター(含:プローブカーシステム)	604,443,853	0	604,443,853	40,954,232
	交通量計測システム	54,264,326	0	54,264,326	
	情報提供システム(可変情報盤システム)	96,885,212	0	96,885,212	
	情報提供システム(駐車場満空情報システム)	120,373,985	0	120,373,985	
	情報提供システム(インターネットシステム)	66,792,000	0	66,792,000	
小計		942,759,374	0	942,759,374	
信号連携システム		310,169,536	0	310,169,536	28,346,736
合計		1,252,928,910	0	1,252,928,910	69,300,968

(出典：JICA 調査団)

補足：共通スマートカードシステムについてはベンガルール都市圏にて提唱したクリアリングハウスの枠組みに参加することを提唱している。このため、上記のコストからは除外した。

これまで検討した結果を踏まえ、ベンガルール都市圏及びマイソールのための ITS マスタープランを策定した。各 ITS マスタープランは「最終報告書」に含まれる。

7 パイロットプロジェクト：プローブシステムに係る技術的検証

7.1 目的

本調査で策定された ITS マスタープランでは、プローブデータを活用した渋滞情報の生成とそれに基づく動的交通情報の提供を主な ITS コンポーネントとして提案している。短期的対策として市バスより得られるバスプローブデータを活用し、段階的にタクシーや商用車両など、その他の車両から得られるプローブデータを必要に応じて順次活用してゆくことを推奨している。プローブデータを活用した渋滞情報の生成技術は先進国では広く活用されているところであるが、通信・道路インフラや交通状況が異なるインドにおいてはプローブデータの適用性を検証しておくことが重要である。利用可能なプローブデータを用いて、バスプローブデータの適用性を検証し、技術的課題・対策を明らかにするとともに、設計のための基礎資料とすることを目的し、プローブシステムに係る技術的検証を行った。

7.2 着眼点とサンプルデータ

以下の点に着目して、検証を行った。

- プローブデータの時間的連続性と一日の変化
- プローブデータの遅延特性
- プローブデータのカバーエリア
- 実際の交通状況との比較

本検証ではバス及びその他の車両から得られたサンプルプローブデータを用い、比較検討した。検証で用いたプローブデータを表 7.1 に示す。タクシー及び商用車両等のプローブデータは再委託先業者が提携する事業者より提供いただいた。市バスのプローブデータはベンガルールの市バス事業者より提供いただいた。これらのデータは彼らの車両運行管理用に活用されているものである（渋滞情報の生成とは異なる）。本検証はこれらのサンプルデータを基にオフラインベースで行った。

表 7.1 サンプルプローブデータ

プローブ車両	車両台数	備考
タクシー	600 台	双方併せて「タクシープローブ」として扱う
商用車両等	1200 台	
市バス	200 台	市バス運行管理システムは構築中であり現在、トライアル中である。このため、200 台に限定される
合計	2000 台	-

(出典：JICA 調査団)

7.3 結果

● プロブデータの時間的連続性と一日の変化

バスプロブのデータ量は深夜時間帯とその他の時間帯では 10 倍程度の違いが見られる。これは主にバスの運行状況によるものである。タクシープロブの場合は 2 倍程度の違いである。しかし、バスプロブの場合、日中帯においても収集できているデータ量に大きな変動が見られる。タクシープロブの場合は 24 時間を通じて比較的安定して収集されている。双方とも同じ通信事業者の携帯通信網を通じて収集されたものである。従って、バスプロブに見られる変動はバス事業者のシステム上の問題が発生していた可能性が想定される。また、バスプロブのデータ量はタクシープロブのそれに比べ大量のデータが収集されている。これはタクシープロブのデータが 1 分毎に収集されるのに対してバスプロブは 10 秒毎に収集される仕様であるためである。

● プロブデータの遅延特性

プロブデータは 1 つの測位データに対して、GPS にて測位した時間とサーバ側に記録された 2 つの時間を保持している。この 2 つの時間の差を「遅延時間」と定義する。

遅延時間が 30 秒以内のプロブデータは全体の 20% 程度であり、1 分以内のものは全体の 90% 以上であった。30 秒程度の遅延時間は新興国特有の通信事情を反映しているものと考えられ、全体として許容できる範囲内であると判断できる。なお、遅延特性についてはバスプロブ及びタクシープロブを併せて検証した。

● プロブデータのカバーエリア

バスプロブのデータは、バスの運行ルートに基づくため、市内の主要幹線道路に限定される。タクシープロブのデータは 24 時間一定のデータ量が市内全域に分布している。しかし、主要幹線道路を常にカバーしているとは限らない。

● 実際の交通状況との比較

プロブデータの遅延時間が顕著に発生している個所は概ね、渋滞が激しい個所にみられるが、必ずしも全てのケースでそうとは限らない。これらの個所ではプロブデータ通信以外の利用により携帯通信網が込み合っている場合、もしくは基地局が十分に普及していないことに起因することが予想される。特に市南東部の郊外地区にこの傾向が見られる。また、渋滞が激しい個所においてはプロブデータが十分に取得できていない個所が存在することが確認された。

7.4 結論：パイロットプロジェクト（プローブシステムに係る技術的検証）

結論として、今回取り扱ったバスプローブのデータは、対象となる台数が増加し、定常的にサーバ側で取得が可能となれば、主要道路のリアルタイム渋滞情報生成にとって有効なデータであると言える。その際、主に以下の点に配慮することが肝要である。

- 対象となるバスプローブ台数を確実に拡大させ、サーバ側で定常的にプローブデータが取得できるようシステムの安定化を図る
- 基地局の増設など、ベンガルールにおける通信網の改善が望まれる。またプローブシステム側では通信の二重化を図る。特定の通信事業者に集約するのではなく、各通信事業者の通信品質を比較し、質の高い複数の通信事業者に分散させる等の対策が望まれる。プローブシステムは携帯通信網のみならず、インターネット回線にも影響されるため、これらも含み可能な範囲で通信網の二重化を図る。
- 都心部で定常的に交通が集中する交差点等においては、プローブデータの欠損を補完するため、センサーによる渋滞情報の生成と併用を図る。
- システム導入の初期段階では、渋滞情報の提供はバスプローブに基づき、提供範囲は市内の主要幹線道、提供時間はバスの運行時間帯に限るなど、実現可能な範囲でサービスレベルを定義するとともに、必要に応じてその他の車両より得られるプローブデータを活用しながら情報提供の密度・範囲・時間を拡張する等の方針を明確化する。
- 実施段階において、システム開発・運用を担当する企業の実力を詳細に評価する。評価のポイントは設計能力と運用能力の評価であり、過去の実績を表面的に確認するだけでなく、想定されるトラブルに対する回避策を契約上に明記することや、運用中のサービスについてシステム構成や運用状況について詳細な報告書を事前に入手する等の対策が重要である。

本検証の詳細は「最終報告書」本編を参照。

8 短期的対策の技術仕様案(ベンガルール都市圏)

ベンガルール都市圏で提唱している短期的対策のための ITS コンポーネントの技術仕様案を作成した。本技術仕様案の作成は、今後の実施段階（設計）において、インド側機関による効率的な ITS の実施を支援することを目的としたものである。今回作成された技術仕様案は、ITS マスタープランで計画された基本思想に基づき作成され、設計段階において準備されることとなる入札図書の一部（技術仕様）を成すものである。

以下のシステムを対象とした。

- ベンガルール交通情報システム
- 信号連携システム
- 交通管制システム（周辺環状道路）
- 料金徴収システム（周辺環状道路）
- 渋滞課金システム

以下は、標準的な入札図書の構成である。

- (1) Invitation for Tender
- (2) Instruction to Tenderers
- (3) Form of Tender
- (4) Pricing Documents
- (5) General Condition of Contract
- (6) Conditions of Particular Specifications
- (7) Employers Requirements Part A: General Technical Specifications
- (8) Employers Requirements Part B: Particular Technical Specifications
- (9) Employers Requirements Part C: Maintenance Specifications
- (10) Employers Requirements Part D: Drawings

今回作成の技術仕様案は上記に示した(8)「Employers Requirements Part B: Particular Technical Specifications」に該当するものである。これ以外の図書は実施段階においてインド側に作成される。また、今回作成した技術仕様案は、設計の際、必要に応じて改定されるものである。作成した技術仕様案の詳細については「最終報告書」本編参照。

9 ITS カウンターパート研修

9.1 目的

インド側カウンターパート及び関係機関の ITS に係る知見及び能力向上を目的として、日本及びシンガポールにおける「ITS カウンターパート研修」を 2014 年 11 月に実施した。本研修で得られたカウンターパート及び関係機関の知見は、調査期間中を通じて実施された関係機関との意見交換会などを含め、本調査で策定された ITS マスタープラン策定に活用された。以下に概要を述べる。

9.2 ITS カウンターパート研修の目的

ITS 研修の目的を図 9.1 に示す。

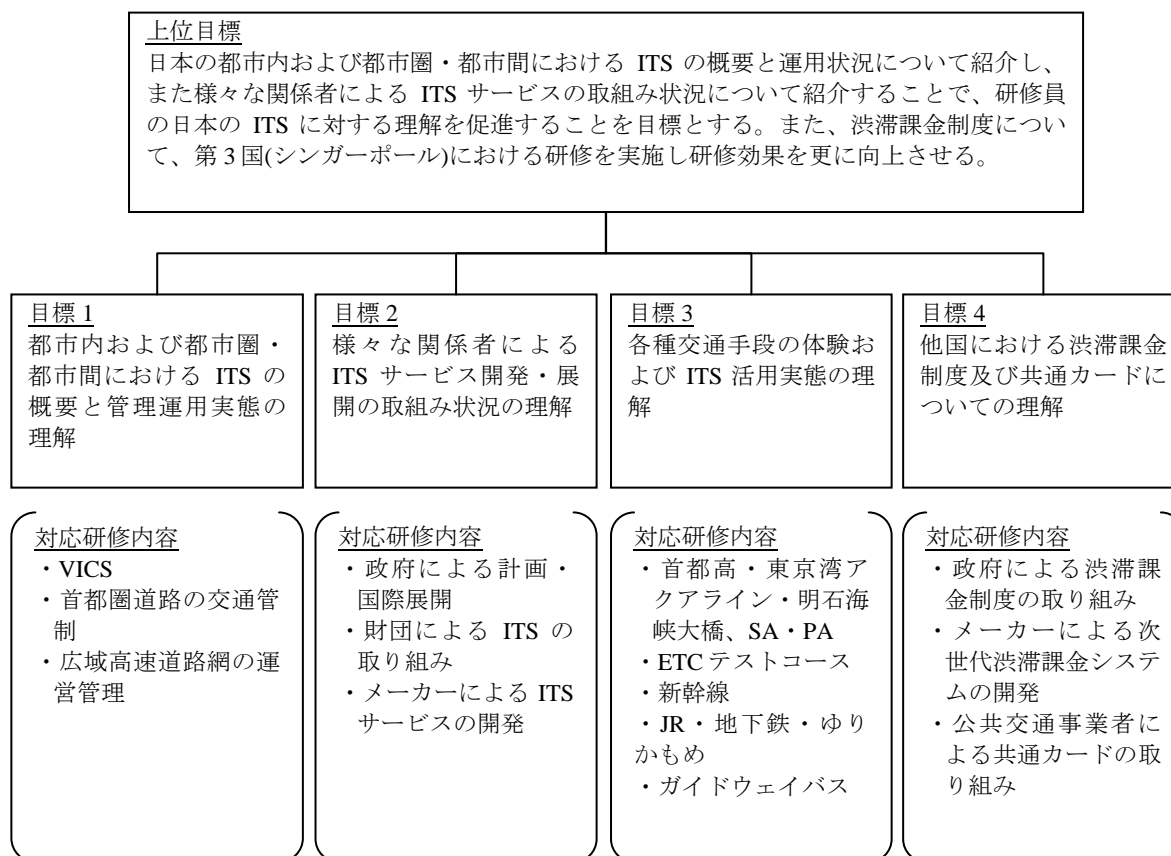


図 9.1 研修目標

(出典：JICA 調査団)

9.3 研修参加者

ITS 研修の参加者は、ベンガルール及びマイソールの交通分野に係る政府関係機関から 12 名が参加した。参加者リストを表 9.1 に示す。

表 9.1 カウンターパート研修参加者リスト

地区	組織		参加者		
	略称	名称	No.	役職・担当	名前
ベンガルール	DULT	Directorate of Urban Land Transport カルナタカ州都市交通局	1	Head of Traffic Engineering and Transportation Cell 交通計画課 課長	Shamanth P Kuchangi (Mr.)
			2	Transport Planning Group Leader 交通計画課 係長	Sivasubramaniam J (Mr.)
	BDA	Bangalore Development Authority バンガロール都市圏開発局	3	Engineer Member 技師長	P.N.Nayak (Mr.)
	BBMP	Bruhat Bengaluru Mahanagara Palike ベンガルール市	4	Executive Engineer 副技師長	Umashankar (Mr.)
			5	Executive Engineer 副技師長	Basavaraj R Kabade (Mr.)
	BTP	Bangalore Traffic Police バンガロール交通警察	6	Assistant Commissioner of Police 署長補佐	Syad Afsar Pasha (Mr.)
	BMTC	Bangalore Metropolitan Transport Corporation バンガロール都市圏交通公社	7	Divisional Traffic Officer 交通課長	Nagendra (Mr.)
	DOT	Department of Transport カルナタカ州運輸局	8	Managing Director, D .Deveraj Urs Truck Terminals Ltd 理事	Hemantha Kumar L (Mr.)
	BMRCL	Bangalore Metro Rail Corporation Limited バンガロールメトロ公社	9	Deputy Chief Engineer (Planning, Procurement & Contracts) 副技師長	Shivananda K R (Mr.)
	KSRTC	Karnataka State Road Transport Corporation カルナタカ州道路交通公社	10	Divisional Traffic Officer 交通課長	S. Rajesh (Mr.)
マイソール	MCP	Mysore City Police マイソール市警察	11	Police Inspector 主任	R.P. Ashok (Mr.)
その他	C-DAC	Centre for Development of Advanced Computing 高度コンピュータ開発センター	12	Joint Director 副部長	Ravi Kunar P (Mr.)

(出典：JICA 調査団)

9.4 訪問先及び訪問目的

各訪問先と研修目的を表 9.2 に示す。

表 9.2 訪問先と目的

研修番号	訪問先または講師	研修目的
1	Mitsubishi Heavy Industries Engine System Asia PTE LTD (三菱重工業)	次世代渋滞課金システムの紹介及び共通スマートカードの取組みについて理解を深める。また渋滞課金システム設備の見学による見識を深める。
2	Land Transport Authority (LTA)	シンガポール政府が実施している渋滞課金システムの制度、仕組み、取組み、及び ITS 交通管制センターを見学し理解を深める。
3	特定非営利活動法人 ITS Japan 及び民間ITメーカー	ITS Japan の概要と取組みの説明、日本の ITS 実用事例を紹介、メーカーの ITS サービスの展開状況を学び理解を深める。
4	警視庁交通管制センター	警視庁交通管制センターを見学し、大都市圏における交通管制の仕組みについて理解を深める。
5	VICS センター	VICS の概要・仕組み・役割・運用実態について学び、道路交通情報の高度利用サービスについて理解を深める。
6	日立製作所	メーカーによる ITS サービスの紹介とスマートシティについて理解を深める。
7	名古屋電機工業	メーカーの可変情報盤製造工場を見学し、情報提供システム他、ITS 技術について理解を深める。
8	名古屋ガイドウェイバス	名古屋で運行されているガイドウェイバス(BRT)施設について概要説明、体験乗車、管制センター見学などにより理解を深める。
9	三菱重工業(神戸二見工場)	メーカーの ITS サービスの紹介、ETC、ERP の説明及び ETC テストコースを見学し料金徴収システムについて理解を深める。
10	東京大学生産技術研究所	日本及び世界の ITS の概要について学び理解を深める
11	公益財団法人 日本交通管理技術協会	日本の信号制御、交通規制について学び理解を深める。
12	各公共交通機関の利用	新幹線・ゆりかもめ、BRT 等の乗車、東京湾アクアライン、明石海峡大橋の見学、IC カードを使用した公共交通機関乗車体験、主要駅における乗り換え設備見学、各種交通情報提供に係る体験等により理解を深める。

(出典：JICA 調査団)

10 情報収集

ITS マスタープランの策定、及び短期的対策の技術仕様案の作成あたり、ITS の要素技術に係る最新の動向を確認するため、情報収集を行った。表 10.1 に整理する。

表 10.1 情報収集結果一覧

日程	訪問先	参加者	内容	目的
2014年2月10日	<u>プネ</u> KENT Intelligent Transportation Systems (India) Pvt, Ltd	松岡、若月、 山田、松本	<u>視察・講義</u> ・ VMS 製造工場視察 ・ ETC 施設視察	インド国内の ITS 技術の動向を確認する
2014年2月11日 ～2月13日	<u>シンガポール</u> Mitsubishi Heavy Industries Engine System Asia PTE LTD (三菱重工業), Land Transport Authority (LTA), 豊田通商、オムロン	近藤、松岡、 若月、山田、 松本	<u>視察・講義</u> ・ ERP 施設視察 ・ 駐車場管理システム視察 ・ 交通管制センター視察 ・ 信号制御施設視察	シンガポールの ERP、駐車場管理、交通管制センター及び信号制御の動向を確認する
2014年3月19日	<u>チェンナイ</u> セミナー会場(主催、国土交通省、JICA、MoUD、他)	近藤、及川	<u>講義</u> ・ 日印共催 ITS セミナー参加	インド及び日本で利用されている ITS 技術全般についての動向を確認する
2014年5月30日 ～5月31日	<u>シンガポール</u> Land Transport Authority (LTA)	近藤、宮川	<u>視察・インタビュー</u> ・ 共通スマートカードに関する聞き取り、他	シンガポールのクリアリングハウスと共通スマートカード技術の動向を確認する
2015年4月1日 ～4月3日	<u>台北</u> Far Eastern Electronic Toll Collection Co., Ltd.(遠通電収)	奥田	<u>視察・インタビュー</u> ・ RFID を利用した料金聴取技術に係る聞き取り、他	台北の RFID 技術に関する動向を確認する

(出典：JICA 調査団)

11 結論と提言

1. マスタープランの実現に向けたカルナタカ州政府の強い指導力

マスタープランで提唱された ITS を導入し、継続的に運用し、また適切に更新してゆくにはカルナタカ州政府の強い指導力が非常に重要である。また、関係する多くの機関が緊密に連携を図ってゆくことが大切である。これを継続的に実現してゆくには、州政府の強いイニシアティブが必須となる。

2. 道路交通インフラの整備と足並みを揃えた ITS の整備

ITS は交通渋滞の緩和やその他の都市交通施策を支援するためのソフト対策の一つである。ITS が有効且つ十分に機能するためには、道路交通インフラが適切に整備される必要がある。その上で、ITS によってインフラ整備の効果が最大化される。このため、道路交通インフラの整備と足並みをそろえて ITS を導入し、計画し、拡張してゆくことが重要である。

3. ITS マスタープランと総合交通計画の一体化

ベンガルール都市圏では総合交通計画が改定中であり、マイソールにおいては既に策定されている。一方、ITS マスタープランは本調査で策定されたものである。これらの総合交通計画における検討事項や方針は ITS マスタープランに反映されているものの、ITS はあくまでも交通セクターにおけるソフト対策の一環である点を踏まえ、将来的にはこうした総合交通計画の中に ITS マスタープランで提唱した内容が組み込まれる形で、これらが一体化されることが望ましい。

4. 新しい技術の採用

本調査で策定した ITS マスタープランは、現在利用可能な技術を考慮して策定している。しかしながら、技術の革新と情報通信技術の進歩は非常に速い。ITS の導入や拡張にあたっては、その時点で適用可能な最新技術の動向を踏まえ、適用可能なものは柔軟に対応してゆくことが重要であり、この点に常に留意することが必要である。

5. ITS マスタープランの更新

都市の道路交通事情は、今後の道路・交通インフラ整備の進展や都市化が進むことにより、近い将来、交通特性が異なってくることが考えられる。また、同時に情報通信技術の進展は日進月歩である。従って、新たな技術や道路・交通インフラ整備の進展等に合わせ、ITS マスタープランの時点修正を行い、4～5年程度の周期で改訂することが重要である。

6. 継続的な ITS の推進と国レベルの ITS 政策との整合性

ITS の整備は、本来であれば国レベルの ITS 政策の枠組みの中で都市ごとに整備されていくことが理想的である。しかしインドではそのような政策はまだ準備されておらず、現在は各州毎

に取り組んでいるところである。国レベルの政策が策定された暁には、ベンガルール都市圏及びマイソールでの ITS の整備は、こうした政策の枠組みと連携しながら継続的に実施してゆくことが推奨される。

7. ITS に関わる組織・職員の能力の向上

ITS は長期的に運用し、維持管理を行い、評価し、計画し、改良していくことが求められる。このためには、ITS に関わる組織や職員の能力の向上は最も重要な要素の一つである。そのために、能力開発実施計画を立案し、継続的なスキル向上を図ってゆくことが重要である。

8. ITS 推進のための中心母体

適切且つ継続的な ITS の施策を実施していくためには中心となる母体が存在することが望ましい。中心母体が強い指導力を発揮し、関係機関との連携を図りながら ITS を通じた都市交通の発展に努めることが必要となる。この中心母体は、ITS マスタープランの中で提唱している「ITS Society」がそれに該当し得る組織体と想定する。「ITS Society」の早期の設立を強く推奨する。

9. ナンバープレートの統一化と車両登録制度の改善

統一化されたナンバープレートの使用や車両登録制度の確立は ITS には不可欠な条件である。ITS 技術を活用した車両の取り締りなどはこれらの整備なしでは実現することは困難である。従って、これらを確実に実行していくためには全国レベルでのナンバープレートの統合化を進め、車両登録制度を改善してゆくことが必須となる。