

インド国

本邦技術を活用した高速鉄道事業化に係る  
情報収集・確認調査

ファイナルレポート

平成 24 年 3 月  
(2012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  
社団法人 海外鉄道技術協力協会

南 ア
CR (3)
12-006

## インド国

# 本邦技術を活用した高速鉄道事業化に係る 情報収集・確認調査

## ファイナルレポート

平成 24 年 3 月  
(2012年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

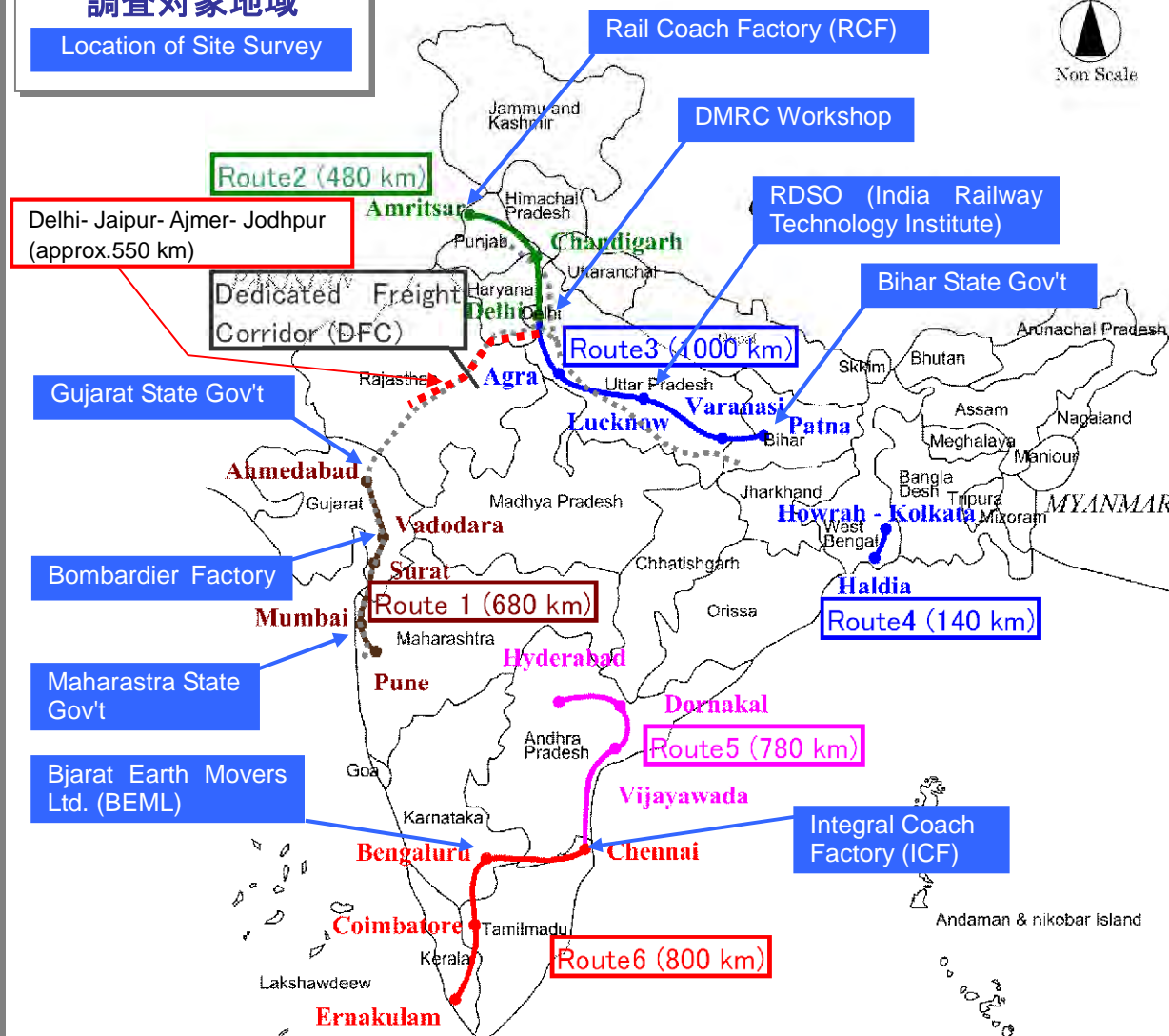
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
社団法人 海外鉄道技術協力協会



# インド India

## 調査対象地域

Location of Site Survey



## インドの基礎データ

出典) 外務省「各国・地域情勢」

※1: 2011 年国勢調査(暫定値)

※2: 2001 年国勢調査

その他注記のない数字は 2010 年度

- 面積 328.7 万 km<sup>2</sup> (日本の約 8.7 倍)  
(インド政府資料: パキスタン、中国との係争地を含む)
- 人口 12.1 億人※1  
人口増加率 17.64% (2002/2001 年) ※1
- 首都 ニューデリー 人口約 30 万人※2
- 民族 インド・アーリア族、ドラビダ族、モンゴロイド族等
- 言語 連邦公用語はヒンディー語、他に憲法で公認されている州の言語が 21
- 宗教 ヒンドゥー教徒(80%)、イスラム教徒(13%)、キリスト教徒(2%)、シク教徒(2%)、仏教徒、ジャイ教徒※2
- 主要産業 農業、工業、鉱業、IT 産業
- 1 人当たり GDP 1,265 ドル(IMF 資料)
- GDP 成長率 8.5% (インド政府資料)
- 物価上昇率 10.4% (消費者物価指数)  
9.6% (卸売物価指数) (インド政府資料)

## ■総貿易額(インド政府資料)

- (1) 輸出: 2,455.6 億ドル
- (2) 輸入: 3,507.0 億ドル

## ■主要貿易品目

- (1) 輸出: 機械機器、石油製品、化学関連製品、宝石類、既製服、農産物
- (2) 輸入: 原油・石油製品、資本財、金・銀、宝石類、有機・無機化学製品

## ■通貨 ルピー 1 米ドル=52.78 ルピー(2012 年 1 月)

## ■日本の援助 ((3)は暫定値)

- (1) 有償資金協力: 480.17 億円 (E/N ペース)
- (2) 無償資金協力: 11.58 億円 (E/N ペース)
- (3) 技術協力実績: 16.81 億円 (JICA ペース)

インド国  
本邦技術を活用した高速鉄道事業化に係る情報収集・確認調査  
ファイナルレポート  
目次

調査対象位置図

略語集

本報告書における地名表記

頁

<b>1. 調査の背景・目的</b>	<b>1-1</b>
1.1. 調査の背景	1-1
1.2. 調査の目的	1-2
1.3. 調査対象地域	1-2
1.4. 調査の内容	1-2
1.5. 調査団員	1-9
<b>2. インドの高速鉄道計画の現況</b>	<b>2-1</b>
2.1. 世界の高速鉄道の現況	2-1
2.2. インドの鉄道の現況	2-7
2.3. インド政府関係機関の動向	2-15
2.4. 日本の支援・関心の動向等	2-27
2.5. 本邦企業の動向	2-32
2.6. 諸外国の支援・関心の動向等	2-35
<b>3. 高速鉄道に関わる日本の技術の動向、特徴</b>	<b>3-1</b>
3.1. 基本的な考え方	3-1
3.2. 我が国の新幹線システムの特徴と強み・優位性	3-2
3.3. インドの高速鉄道ニーズと鉄道技術の現状	3-6
3.4. 高速鉄道の技術システムの選定プロセス	3-11
3.5. インドと日本の鉄道基準の乖離、本邦技術の比較優位性の明確化	3-12
<b>4. 予算及び財源、資金調達見込み</b>	<b>4-1</b>
4.1. インド政府の財政状況及び今後の見通し	4-1
4.2. 高速鉄道資金に関わる政府の意向と課題	4-2
4.3. 高速鉄道が導入される場合の資金調達見込み	4-9



---

<b>5. 本邦技術を活用した高速鉄道導入に向けての支援方針の提案</b>	<b>5-1</b>
5.1. 本邦技術を活用した協力の魅力を伝える提案方法	5-1
5.2. JICA 支援の取り組みの方向性	5-5
5.3. 日本の高速鉄道技術導入に向けてのロードマップ	5-8
<b>6. 本邦研修結果概要</b>	<b>6-1</b>
6.1. 開催概要	6-1
6.2. 本邦研修の内容	6-5
6.3. 企業との意見交換	6-13
6.4. 政府関係機関等との意見交換	6-13
6.5. インド側参加者からの意見概要	6-14
6.6. 本邦研修成果のまとめ	6-16
<b>7. 総括と提言</b>	<b>7-1</b>
7.1. インドにおける高速鉄道事業化に向けた提言	7-1
7.2. 今後の検討課題	7-7

## 添付資料

- 添付資料 1 面談者一覧
- 添付資料 2 議事録
- 添付資料 3 本邦研修プレゼンテーション資料

インド国  
本邦技術を活用した高速鉄道事業化に係る情報収集・確認調査  
ファイナルレポート  
表目次

	頁
表 1-1 第一次現地調査行程表 .....	1-5
表 1-2 第二次現地調査行程表 .....	1-6
表 1-3 第三次現地調査行程表 .....	1-7
表 1-4 本邦研修行程表 .....	1-8
表 1-5 調査団員 .....	1-9
表 2-1 世界の主要高速鉄道プロジェクト（2011 年 6 月末現在） .....	2-4
表 2-2 インド鉄道延長（軌間別延長及び電化済み延長） .....	2-7
表 2-3 インド国内の主要な震災履歴 .....	2-14
表 2-4 高速鉄道と道路の輸送能力比較 .....	2-15
表 2-5 インド鉄道ビジョン 2020 の概要 .....	2-17
表 2-6 インド高速鉄道 6 路線のプレ F/S 進捗状況 .....	2-18
表 2-7 鉄道分野（全国交通）に関わる目標と主な取り組み .....	2-29
表 2-8 JICA による継続的な人材育成への取り組み（例） .....	2-31
表 2-9 本邦企業の高速鉄道海外展開戦略 .....	2-32
表 3-1 進行中のプロジェクト .....	3-6
表 3-2 インド国鉄列車事故発生状況 .....	3-7
表 3-3 代表的な高速鉄道のエネルギー効率比較 .....	3-13
表 3-4 バラスト軌道とスラブ軌道の優位性の比較 .....	3-29
表 4-1 鉄道事業 PPP の調達・発注方式の例 .....	4-2
表 4-2 マスタープランおよび F/S 段階における検討事項ならびに留意事項 .....	4-8
表 4-3 リスクの種類とリスク分担のイメージ .....	4-8
表 4-4 採算性向上に向けた諸施策の例 .....	4-12
表 5-1 JICA の支援ツール .....	5-5
表 6-1 本邦研修参加者一覧 .....	6-1
表 6-2 本邦研修行程表 .....	6-3

---

インド国  
本邦技術を活用した高速鉄道事業化に係る情報収集・確認調査  
ファイナルレポート  
図目次

	頁
図 2-1 世界の高速鉄道保有国の路線総延長 .....	2-1
図 2-2 新幹線の路線網 .....	2-2
図 2-3 中国の高速鉄道計画 .....	2-3
図 2-4 インド鉄道網図 .....	2-7
図 2-5 MOR 組織図 .....	2-8
図 2-6 インド GDP の推移 .....	2-10
図 2-7 所得別人口比率の推移 .....	2-10
図 2-8 家計支出構成の変化（1987 年度～2007 年度） .....	2-11
図 2-9 2010 年度の GDP の構成 .....	2-11
図 2-10 産業別成長率（2004 年度～2010 年度） .....	2-11
図 2-11 過去 10 年間の人口増加率と主要都市人口（上位 10 位） .....	2-12
図 2-12 インド Seismic Zone Map .....	2-14
図 2-13 インドの都市人口推移 .....	2-15
図 2-14 インド高速鉄道構想路線位置図 .....	2-18
図 2-15 グジャラート州開発特区、工業地区、経済特区位置図 .....	2-19
図 2-16 ムンバイ～プネ～ナーグプル位置図 .....	2-20
図 2-17 パンベル地区位置図 .....	2-21
図 2-18 インド憲法が定める行政階層 .....	2-25
図 2-19 インドに対する主な支援 .....	2-27
図 2-20 鉄道プロジェクトにおける能力強化の重要性 .....	2-30
図 3-1 新幹線の比較優位性 .....	3-4
図 3-2 ガラスが割れたまま運用される列車 .....	3-7
図 3-3 デリーメトロの概況 .....	3-8
図 3-4 インド国鉄と我が国新幹線の車両限界比較および E5 系断面図 .....	3-16
図 3-5 インド国鉄車両限界内に E5 系座席を配置した場合の検討図 .....	3-16
図 3-6 日米の建設コストの内訳 .....	3-24
図 3-7 スラブ軌道の概要 .....	3-25
図 3-8 日本における軌道構造の採用割合 .....	3-25
図 3-9 マルチプルタイタンパの例 .....	3-26

図 3-10	バラスト軌道とスラブ軌道の維持管理費の比較 .....	3-27
図 3-11	新幹線の構造種別構成比 .....	3-27
図 3-12	スラブ軌道の騒音対策の例（１） .....	3-28
図 3-13	スラブ軌道の騒音対策の例（２） .....	3-28
図 3-14	阪神・淡路大震災(1995 年)における山陽新幹線の高架橋の倒壊状況 .....	3-30
図 3-15	新幹線土木構造物の耐震性能の強化 .....	3-30
図 4-1	MOR 予算の内訳（2011 年～2012 年） .....	4-1
図 4-2	インドの PPP 推進組織 .....	4-3
図 4-3	PPP 方式による事業実施プロセス .....	4-3
図 4-4	PPP による鉄道事業（上下分離の例）において想定される事業リスク .....	4-7
図 4-5	NHSRA のプロジェクトへの関与概念図 .....	4-9
図 4-6	PPP による高速鉄道事業実現に向けた MOR の取り組みの提案 .....	4-11
図 5-1	日本の高速鉄道導入に向けてのロードマップ（基本案） .....	5-11
図 5-2	日本の高速鉄道導入に向けてのロードマップ（代替案） .....	5-12

## 略語集

ATACS.....	Advanced Train Administration and Communications System
ATC.....	Automatic Train Control（自動列車制御装置）
BEML .....	Bjarat Earth Movers Limited
BOT .....	Build, Operate and Transfer
CTC.....	Centralized Traffic Control（列車集中制御装置）
DFC.....	Dedicated Freight Corridor（インド貨物専用鉄道建設計画）
DMIC.....	Delhi- Mumbai Industrial Corridor（デリー・ムンバイ間産業 大動脈構想）
DMICDC .....	Delhi Mumbai Industrial Corridor Development Corporation Limited
DMRC.....	Delhi Metro Rail Corporation Limited
F/S.....	Feasibility Study（フィージビリティ・スタディ：実現可能性調査）
GSM-R.....	Global System for Mobile communications- Railway （鉄道専用移動体無線システム）
ICF .....	Integral Coach Factory
IR .....	Indian Railways（インド鉄道）
IRR.....	Internal Rate of Return（内部収益率）
JBIC .....	Japan Bank for International Cooperation（国際協力銀行）
JICA.....	Japan International Cooperation Agency（国際協力機構）
JORSA .....	Japan Overseas Rolling Stock Association（日本鉄道車両輸出組合）
JRTT .....	Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency （鉄道建設・運輸施設整備支援機構）
LCX .....	Laky Coaxial Cable（漏洩同軸ケーブル）
METI.....	Ministry of Economy, Trade and Industry（経済産業省）
MIC.....	Ministry of Internal Affairs and Communications（総務省）
MLIT.....	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism（国土交通省）
MOR .....	Ministry of Railways（インド国鉄道省）
NHSRA.....	National High Speed Rail Authority（国家高速鉄道局）
NTDPC .....	National Transportation Planning Committee
OCC .....	Operation Control Center（運行管理センター）
ODA.....	Official Development Assistance（政府開発援助）
PPP.....	Public-Private Partnership（官民連携）
RCF.....	Rail Coach Factory
RDSO.....	Research, Designs & Standards Organisation
RTRI .....	Railway Technical Research Institute（鉄道総合技術研究所）

---

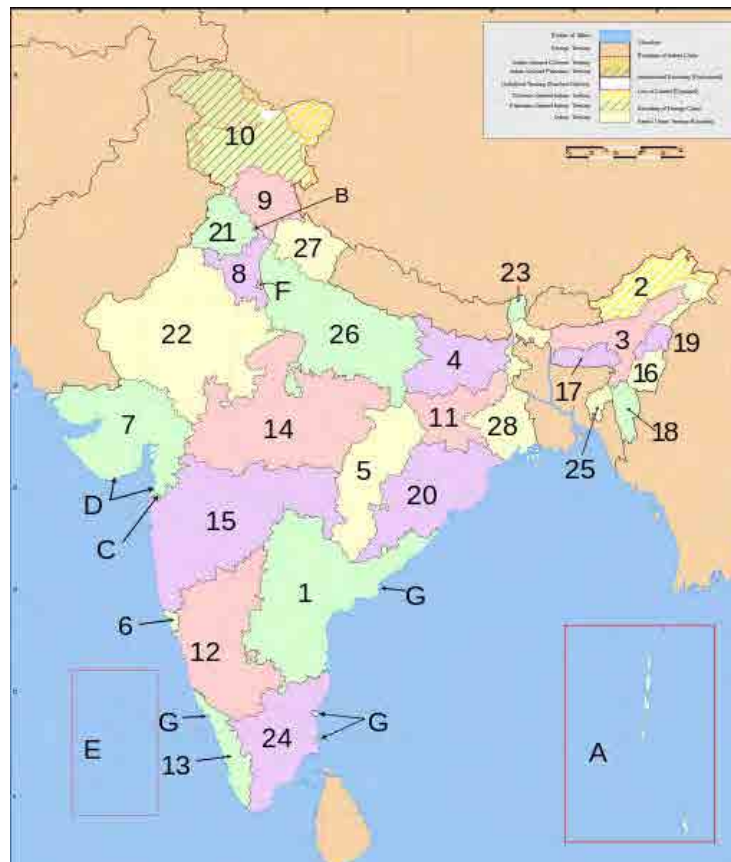
---

SPV .....Special Purpose Vehicle（特別目的事業体）  
STEP .....Special Terms for Economic Partnership（本邦技術活用制度）  
UIC .....Union Internationale des Chemins de Fer (International Union of Railways)  
（国際鉄道連合）  
VGF .....Viability Gap Funding（政府助成基金）

---

## 本報告書における地名表記

### 州及び連邦直轄領（アルファベット順）



州	和文表記
1 Andhra Pradesh	アーンドラ・プラデーシュ州
2 Arunachal Pradesh	アルナーチャル・プラデーシュ州
3 Assam	アッサム州
4 Bihar	ビハール州
5 Chhattisgarh	チャッティースガル州
6 Goa	ゴア州
7 Gujarat	グジャラート州
8 Haryana	ハリヤーナー州
9 Himachal Pradesh	ヒマーチャル・プラデーシュ州
10 Jammu and Kashmir	ジャンムー・カシミール州
11 Jharkhand	ジャールカンド州
12 Karnataka	カルナータカ州
13 Kerala	ケーララ州
14 Madhya Pradesh	マディヤ・プラデーシュ州
15 Maharashtra	マハーラーシュトラ州

州	和文表記
16 Manipur	マニプル州
17 Meghalaya	メーガーラヤ州
18 Mizoram	ミゾラム州
19 Nagaland	ナガランド州
20 Orissa	オリッサ州
21 Punjab	パンジャブ州
22 Rajasthan	ラージャスターン州
23 Sikkim	シッキム州
24 Tamil Nadu	タミル・ナードゥ州
25 Tripura	トリプラ州
26 Uttar Pradesh	ウッタール・プラデーシュ州
27 Uttarakhand	ウッタラーカンド州
28 West Bengal	西ベンガル州

連邦直轄領	和文表記
A Andaman and Nicobar Islands	アンダマン・ニコバル諸島連邦直轄領
B Chandigarh	チャンディーガル連邦直轄領
C Dadra and Nagar Haveli	ダードラー及びナガル・ハヴェーリー連邦直轄領
D Daman and Diu	ダマン・ディーウ連邦直轄領
E Lakshadweep	ラクシャディープ連邦直轄領
F National Capital Territory of Delhi	デリー首都圏
G Pondicherry	ボンディシェリ連邦直轄領

主要都市名（アルファベット順）

都市・地区	和文表記	州	参考：都市人口		
			2011年	2001年	11/01
Agra	アーグラ	ウッタル・プラデーシュ州	1,574,542	1,275,134	1.23
Ahmedabad	アーメダバード	グジャラート州	5,570,585	3,520,085	1.58
Ajmer	アジメール	ラージャスターン州	542,580	485,575	1.12
Amritsar	アムリトサル	パンジャブ州	1,132,761	966,862	1.17
Bangalore	バンガロール	カルナータカ州	8,425,970	5,438,065	1.55
Chandigarh	チャンディーガル	チャンディーガル連邦直轄領	960,787	808,515	1.19
Chennai	チェンナイ	タミル・ナードゥ州	4,681,087	4,343,645	1.08
Coimbatore	コインバートル	タミル・ナードゥ州	1,061,447	930,882	1.14
Delhi	デリー	デリー首都圏	11,007,835	9,879,172	1.11
Dholera	ドレラ	グジャラート州			-
Dornakal	ドルナカル	アーンドラ・プラデーシュ州			-
Ernakulam	エルナクラム	ケーララ州			-
Erode	イーロードゥ	タミル・ナードゥ州		151,184	-
Gandhinagar	ガンディーナガル	グジャラート州	208,299	195,985	1.06
Gurgaon	グルガーオン	ハリヤーナー州			-
Haldia	ハルディア	西ベンガル州	200,762		-
Hosur	ホスアー	タミル・ナードゥ州		84,314	-
Howrah	ハウラー	西ベンガル州	1,072,161	1,007,532	1.06
Hyderabad	ハイデラバード	アーンドラ・プラデーシュ州	6,809,970	3,637,483	1.87
Indore	インドール	マディヤ・プラデーシュ州	1,960,631	1,474,968	1.33
Jaipur	ジャイプル	ラージャスターン州	3,073,350	2,322,575	1.32
Jodhpur	ジョードプル	ラージャスターン州	1,033,918	851,051	1.21
Jolarpettai	ジョーラルペットタイ	タミル・ナードゥ州			-
Kanchipuram	カーンチプラム	タミル・ナードゥ州	152,984		-
Kannur	カヌール	ケーララ州	63,795		-
Kanpur	カーンプル	ウッタル・プラデーシュ州	2,767,031	2,551,337	1.08
Kasargod	カサラゴド	ケーララ州		52,683	-
Kolkata	コルカタ	西ベンガル州	4,486,679	4,572,876	0.98
Kollam (Quilon)	コラム	ケーララ州	349,033	361,560	0.97
Kottayam	コッタヤム	ケーララ州		172,878	-
Kozhikode (Calicut)	カリカット	ケーララ州	432,097	436,556	0.99
Krishnagiri	クリシュナギリ	タミル・ナードゥ州		65,024	-
Lucknow	ラクナウ	ウッタル・プラデーシュ州	2,815,601	2,185,927	1.29
Madurai	マドurai	タミル・ナードゥ州	1,016,885	928,869	1.09
Mangalore	マンガロール	カルナータカ州	484,785	399,565	1.21
Mumbai	ムンバイ	マハーラーシュトラ州	12,478,447	11,978,450	1.04
Mysore	マイソール	カルナータカ州	887,446	755,379	1.17
Nagpur	ナーグプル	マハーラーシュトラ州	2,405,421	2,052,066	1.17
Navi Mumbai	ナビムンバイ	マハーラーシュトラ州	1,119,477	704,002	1.59
New Delhi	ニューデリー	デリー首都圏	249,998	302,147	0.83
Panvel	パンベル	マハーラーシュトラ州	180,464	204,336	0.88
Patna	パトナ	ビハール州	1,683,200	1,366,444	1.23
Pune	プネ	マハーラーシュトラ州	3,115,431	2,538,473	1.23
Salem	セーラム	タミル・ナードゥ州	831,038	696,760	1.19
Surat	スーラト	グジャラート州	4,462,002	2,433,835	1.83
Thiruvananthapuram	ティルヴァナンタプラム	ケーララ州	752,490	744,983	1.01
Thrissur	トリチュール	ケーララ州	315,596	317,526	0.99
Vadodara	ヴァドーダラー	グジャラート州	1,666,703	1,306,227	1.28
Varanasi	ワーラーナシー	ウッタル・プラデーシュ州	1,201,815	1,091,918	1.10
Vellore	ヴェールール	タミル・ナードゥ州	502,000		-
Vijayawada	ヴィジャヤワダ	アーンドラ・プラデーシュ州	1,048,240	851,282	1.23

（注：2011年都市人口の上位20位の都市と、報告書に使われている地名を掲載した）

出典）Provisional Population Totals, Census of India 2011, Census 2001



---

## 1. 調査の背景・目的

---

## 1. 調査の背景・目的

### 1.1. 調査の背景

インドは中国に次ぐ世界第2位の人口（約12億人）を有し、将来中国を抜き世界第1位となることが想定される。インドはBRICs（ブリックス）と呼ばれる新興経済国の一員として世界的に認識され、2003年以降の実質GDP成長率は、6%を超える非常に高い水準を維持している。インド政府は第12次5カ年計画（2012年4月～2017年3月）においても、成長率の目標を約10%に設定すると発表しており、今後も高い成長が持続すると予測されている。このインドの経済成長の大きさと速さは、南アジア地域の経済成長をリードしており、同地域の約70%を占めると言われている。この年間成長率を維持する為には、民間資金を含め約1兆USドル規模のインフラ投資が必要であるとしているが、現在までのところ投資資金の不足や複雑な制度面などの問題から、インフラ整備には遅れが生じている。

かかる状況下、インドにおいては、経済成長率を維持し、国際競争力のある投資環境と堅固な経済基盤を構築する為に、経済活動を支える幹線鉄道・道路・大規模空港、港湾をはじめとしたインフラの整備・改善が重要な課題となっている。これを受け、JICAは2009年度インド国別援助実施方針において「経済インフラ整備を通じた持続的経済成長の支援」を援助重点分野の一つとして掲げ、幹線鉄道・道路、大規模空港、港湾をはじめとしたインフラ整備への支援を進めることとしている。特に、都市鉄道を含む鉄道セクターを対インド国支援における主要セクターとして重視し、様々なプロジェクトを実施中である。

中でも、デリー～ムンバイ間1,500kmに亘る貨物専用鉄道を建設する「貨物専用鉄道建設事業（フェーズ1及びフェーズ2）」では、インドで初めて本邦技術活用条件が適用され、本邦企業の高度な技術、ノウハウや知見を活かして支援が行われているところである。

一方、近年では地球環境問題への対応の観点から、環境に優しい効率的な輸送機関として高速鉄道が世界的に注目されている。インドにおいても、インド鉄道省（Ministry of Railways、以下MORと略）が2009年12月に策定したインド鉄道ビジョン2020の中で、高速鉄道構想を実施する具体的な候補6路線（巻頭地図参照）が指定され、順次予備調査（プレF/S）が実施されているところである。また、2012年3月14日の鉄道大臣の予算演説においては、7番目の候補となるデリー～ジャイプル～アジメール～ジョードプル間の調査への着手、また路線1（プネ～ムンバイ～アーメダバード）の予算計画の最終化について言及されている。

これらの高速鉄道候補路線に対して、高速鉄道先進国のフランスを始め、ドイツやイタリア、スペインなどのヨーロッパ勢が強い参入意欲を示しているだけでなく、最近では韓国や中国が進出する動きもあり、今後の競争はさらに激化する見通しである。

わが国も、平成22年に国土交通省が「インドにおける高速鉄道構想の案件形成に関する調査」を、経済産業省が「低炭素型・環境対応インフラ/システム型ビジネスのコンソーシアム形成等支援事業（インド国における都市鉄道分野基本設計書作成）」を実施した。日本政

---

府は、省エネルギー性および高い安全性の面で優れている日本の新幹線システムの海外展開を図ることにより、相手国の経済・社会の発展に寄与し、二国間関係強化に貢献するとともに、日本の高速鉄道技術の継承・発展並びに鉄道関連産業の国際競争力の向上と成長を通じて、日本経済の成長の牽引力としていくことを目指している。

従って、わが国の新成長戦略の観点からも、本邦の技術及びノウハウを活用した、インドの高速鉄道に関する協力事業の実現に、期待が寄せられている。

## 1.2. 調査の目的

本調査は、インド政府の政策・事業計画や、現在、MOR が策定したインド鉄道ビジョン 2020 において候補とされている 6 路線の予備的調査の進捗状況と今後の見通し、各州の計画や取組姿勢、他国政府、他国企業及びドナーの取組状況、並びにインドにおける高速鉄道構想の現状と課題について整理した上で、同国に導入するにふさわしい関連本邦技術や運行ノウハウについて情報収集するとともに、これらの技術及びノウハウを用いた具体的なインド側への協力事業のアイデアについてコンサルタント等民間セクターからの提案を求め、今後の貴機構の支援スキーム（技術協力、専門家派遣、研修、円借款等）を活用した実現可能な事業形成の基礎情報収集を目的とするものである。

## 1.3. 調査対象地域

調査の対象は原則として、特定の路線に拘らず、インド全土を想定している。

各路線にて実施されているプレ F/S の進捗状況や、インド側関連機関の意向などもふまえたうえで、各路線に対するわが国の関与のあり方について提示する。

## 1.4. 調査の内容

### 1.4.1. 国内企業及び関係団体ヒアリング

以下[1]～[5]に挙げる本邦民間企業および関係団体に対し、インドの高速鉄道計画に関する関心動向、インドへの高速鉄道導入にあたり想定される課題や日本企業の強みと弱み、高速鉄道車両の現地生産の可能性、日本国として取り組むべき事項などに関わるヒアリングを行った。

- [1] 日本鉄道車両輸出組合 (JORSA)
- [2] 三菱重工業株式会社
- [3] 株式会社東芝 社会インフラシステム社
- [4] 株式会社日立製作所
- [5] 公益財団法人鉄道総合技術研究所
- [6] 川崎重工業株式会社
- [7] 住友金属工業株式会社

[8] 三菱電機株式会社

#### 1.4.2. 現地調査

表 1-1～表 1-3 に示す工程により現地調査を行った。以下に、各々の調査内容について述べる。

##### (1) MOR および政府関係機関へのヒアリング

MOR、ならびに以下の[1]～[5]に挙げる各組織に対し、インドの高速鉄道構想に関わる政府の政策・事業計画、候補 6 路線の予備的調査の進捗状況、並びに高速鉄道構想の現状と課題に関わるヒアリングを行った。

また、インドに対する本邦技術の情報共有、高速鉄道事業の実現にあたっての課題の明確化、日本の協力に対するインドの具体的な要望等を明らかにするため、MOR および RDSO の実務担当者を交えた協議を行った。

[1] Research Design & Standards Organisation (RDSO) (ラクナウ、ウッタール・プラデーシュ州)

[2] IRCON International Limited (ニューデリー)

[3] Delhi Mumbai Industrial Corridor Development Corporation Limited (DMICDC)  
(ニューデリー)

[4] Planning Commission (ニューデリー)

[5] National Transportation Planning Committee (NTDPC) (ニューデリー)

##### (2) 州政府へのヒアリング

財源、関連開発計画、用地買収手続きなどに係る州政府の意向を確認するために、以下の州政府を訪問し、実務担当者へのヒアリングを行った。

[1] Gujarat Infrastructure Development Board (GIDB) (ガンディーナガル、グジャラート州)

[2] Government of Bihar (パटना、ビハール州)

[3] Government of Maharashtra (ムンバイ、マハーラーシュトラ州)

##### (3) 民間企業へのヒアリング

将来、鉄道車両を製造する本邦企業がインド国内に工場を立ち上げることを想定した場合の、現地法人立ち上げにおける課題、留意点等、またインド人従業員の特性、課題、留意点等に係る情報を収集するために、日本の民間企業（製造業ほか）へのヒアリングを行った。

[1] Toshiba India Private Limited (グルガーオン、ハリヤーナー州)

[2] Kawasaki Heavy Industries, Ltd. Delhi Representative Office (ニューデリー)

---

#### **(4) 車両製造工場、車両メンテナンス工場の視察**

以下の[1]～[4]に示す鉄道車両製作工場を調査し、インド国内での車両製造能力、将来の技術移転可能性を把握した。

また、インド国内での車両保守の技術水準を把握するために、[5]に示すデリーメトロの車両メンテナンス工場を調査した。

[1] Rail Coach Factory (RCF) (アムリトサル、パンジャーブ州)

[2] Integral Coach Factory (ICF) (チェンナイ、タミル・ナードゥ州)

[3] Bharat Earth Movers Limited (BEML) (バンガロール、カルナータカ州)

[4] Bombardier Transportation India Limited Savil Site (ヴァドーダラー、グジャラート州)

[5] Delhi Metro Rail Corporation Limited (DMRC) (ニューデリー)

表 1-1 第一次現地調査行程表

日		プログラム	滞在地
10/30	日	移動 NRT => Delhi	Delhi
10/31	月	JICA インド事務所との協議 - 調査の目的、方法、行程の確認 日本大使館との協議 - 調査の目的の説明、協力事項等依頼 RITES との現地再委託協議 - 調査方法に関する協議および関連情報収集 MOR との協議 - 調査の目的、方法、行程の確認 - 日本の高速鉄道技術についてのプレゼンテーション	Delhi
11/1	火	MOR との協議 - 本邦研修に関する協議 - 調査方法に関する協議および関連情報収集 IRCON との協議 - プレ F/S に関わる関連情報収集	Delhi
11/2	水	MOR との協議	Delhi
11/3	木	DMIC との協議 - DMIC に関わる関連情報収集 移動 Delhi => Amritsar	Amritsar
11/4	金	Rail Coach Factory 視察 - 車両製造能力に関する調査 移動 Amritsar => Delhi	Delhi
11/5	土	JICA インド事務所との協議 - 調査経過報告	Delhi
11/6	日	団内協議	Delhi
11/7 Holiday	月	移動 Delhi => Lucknow	Lucknow
11/8	火	RDSO (India Railway Technology Institute) との協議 - 調査方法に関する協議および関連情報収集 - 日本の高速鉄道技術についてのプレゼンテーション 移動 Lucknow => Delhi	Delhi
11/9	水	MOR との協議 - 現地調査結果の報告 - 本邦研修に関する協議	Delhi
11/10 Holiday	木	団内協議	Delhi
11/11	金	JICA インド事務所との協議 - 現地調査結果の報告	Delhi
11/12	土	移動 DEL => NRT	機中泊
11/13	日	東京着	

表 1-2 第二次現地調査行程表

日		プログラム	滞在地
1/10	火	移動 NRT => Delhi	Delhi
1/11	水	JICA インド事務所との協議 - 調査行程の確認、調査の進捗状況の報告 MOR との協議 - 調査行程の確認、調査の進捗状況の報告	Delhi
1/12	木	三菱インド訪問 - 車両現地製造に関わる情報収集	Delhi
1/13	金	国土交通省セミナー参加 日立インド訪問 - 車両現地製造に関わる情報収集	Delhi
1/14	土	団内協議	Delhi
1/15	日	団内協議	Delhi
1/16	月	Planning Commission との協議 - 高速鉄道計画に関わる関連情報収集 MOR との協議 - It/R 説明・協議、現地ワークショップに関する協議	Delhi
		(車両チーム) 移動 Delhi => Bangalore	Bangalore
1/17	火	rites との現地再委託協議 - 技術規準等に関する情報収集 National Transportation Planning Commission との協議 - 高速鉄道計画に関わる関連情報収集	Delhi
		(車両チーム) Bjarat Earth Movers Ltd. (BEML) 視察 - 車両製造能力に関する調査 移動 Bangalore => Delhi	
1/18	水	移動 Delhi => Gandhinagar	Gandhinagar
1/19	木	Gujarat 州政府との協議 - 高速鉄道計画に関する意向、予算、関連開発計画等の確認 移動 Gandhinagar => Delhi	Delhi
1/20	金	DMRC Workshop 視察 - 車両修理能力に関する調査 東芝インド訪問 - 車両現地製造に関わる情報収集	Delhi
1/21	土	団内協議	Delhi
1/22	日	団内協議	Delhi
		(車両チーム) 移動 Delhi=>Chennai	Chennai
1/23	月	rites との現地再委託協議 - 技術規準等に関する情報収集	Delhi
		Integral Coach Factory (ICF) 視察 - 車両製造能力に関する調査 移動 Chennai=>Delhi	
1/24	火	Delhi Office of Bombardier との協議	Delhi
1/25	水	日本大使館、JICA インド事務所との協議 - 現地調査結果の報告 MOR との協議 - 現地調査結果の報告、現地ワークショップに関する協議 移動 DEL => NRT	機中泊
1/26	木	東京着	

表 1-3 第三次現地調査行程表

日		プログラム	滞在地
2/14	火	移動 NRT => Delhi	Delhi
2/15	水	日本大使館、JICA インド事務所との協議 - 調査行程の確認、調査の進捗状況の報告	Delhi
2/16	木	川崎重工インド訪問 - 車両現地製造に関わる情報収集 MOR との協議 - 高速鉄道システム、車両に関わる情報共有及び要望事項聴取 - 土木、軌道に関わる情報共有及び要望事項聴取 移動 Delhi => Ahmedabad	Ahmedabad
2/17	金	Bombardier Factory 視察 - 車両製造能力に関する調査 移動 Ahmedabad => Delhi	Delhi
2/18	土	団内協議	Delhi
2/19	日	団内協議	Delhi
2/20 Holiday	月	移動 Delhi => Patna	Patna
2/21	火	Bihar 州政府との協議 - 高速鉄道計画に関する意向、予算、関連開発計画等の確認 移動 Patna => Delhi => Mumbai	Mumbai
2/22	水	Maharastra 州政府との協議 - 高速鉄道計画に関する意向、予算、関連開発計画等の確認 移動 Mumbai => Delhi	Delhi
2/23	木	MOR との協議 - 財務、経営に関わる情報共有及び要望事項聴取 - 信号・通信に関わる情報共有及び要望事項聴取	Delhi
2/24	金	日本大使館、JICA インド事務所との協議 - 現地調査結果の報告 RITES との現地再委託協議 - 再委託成果品受領	Delhi
2/25	土	移動 DEL => NRT	機中泊
2/26	日	東京着	



### 1.4.3. 本邦研修

MOR より高速鉄道担当として推薦されたコアメンバー12名を日本に招聘し、本邦の様々な高速鉄道技術および運行管理技法について、視察やセミナーを通じて理解を促進することを目的に、本邦研修（視察）及び本邦セミナーを実施した。

本邦研修の行程は、下表に示すとおりである。

表 1-4 本邦研修行程表

日			プログラム
1	12/5	月	<ul style="list-style-type: none"> <li>JICA 表敬訪問</li> <li>JICA「鉄道分野における JICA の支援実績」</li> <li>鉄道・運輸機構「整備資金、建設技術」</li> <li>国土交通省「日本の高速鉄道の概要、政策、技術基準」</li> </ul>
2	12/6	火	<ul style="list-style-type: none"> <li>JR 東日本「運賃設定・関連事業」</li> <li>JR 東日本新幹線総合指令室視察</li> <li>東京駅施設視察（新幹線運行状況、発券・予約システム、ホーム配置、商業施設等）</li> </ul>
3	12/7	水	<ul style="list-style-type: none"> <li>JR 東日本総合研修センター視察（安全管理、能力教育等）</li> </ul>
4	12/8	木	<ul style="list-style-type: none"> <li>北海道新幹線建設現場視察（JR TT）（土木グループ、信号・通信グループ）</li> <li>新仙台変電所視察</li> <li>新幹線総合車両センター視察（電力・車両グループ）</li> </ul>
5	12/9	金	<ul style="list-style-type: none"> <li>盛岡新幹線車両センター青森派出所視察</li> </ul>
6	12/10	土	
7	12/11	日	
8	12/12	月	<ul style="list-style-type: none"> <li>三菱電機工場視察</li> <li>川崎重工業工場視察</li> </ul>
9	12/13	火	<ul style="list-style-type: none"> <li>明石海峡大橋視察（土木グループ、信号・通信グループ）</li> <li>日立製作所笠戸事業所 工場視察（電力・車両グループ）</li> </ul>
10	12/14	水	<ul style="list-style-type: none"> <li>新日本製鐵工場視察（土木グループ）</li> <li>日立製作所大みか事業所（運行管理機器製造）視察 及び 水戸事業所（信号装置製造）（信号・通信グループ）</li> <li>東芝府中事業所視察（電力・車両グループ）</li> </ul>
11	12/15	木	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄道総研「講義・施設見学」（高速鉄道技術に関する基礎研究について）</li> </ul>
12	12/16	金	<ul style="list-style-type: none"> <li>「京浜急行蒲田駅立体交差事業」視察</li> <li>企業との意見交換（MOR スタッフによるプレゼンテーション、日本企業によるプレゼンテーション、意見交換）</li> </ul>
13	12/17	土	
14	12/18	日	
15	12/19	月	<ul style="list-style-type: none"> <li>新宿駅南口地区基盤整備事業工事視察</li> <li>JICA 講義（JICA 支援スキーム等）</li> <li>政府機関等との意見交換会（MOR スタッフによるプレゼンテーション、日本政府機関（国交省、経産省、JETRO）及び JR 東日本との協議）</li> </ul>
16	12/20	火	<ul style="list-style-type: none"> <li>帰国</li> </ul>

## 1.5. 調査団員

表 1-5 調査団員

担当業務	団員名	所 属
総括／インフラビジネス	中村 信也	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
副業務主任者	ウィリアム ヘイズ	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
高速鉄道システム	大澤 光行	社団法人海外鉄道技術協力協会
高速鉄道車両	原 正明	社団法人海外鉄道技術協力協会 (JR 東日本)
電気システム	奥谷 民雄	社団法人海外鉄道技術協力協会 (レールウェイエンジニアリング)
業務調整／資金計画補助	神山 敦	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
協力企業	今井 泰	三井物産株式会社
協力企業	大久保 光彦	三井物産株式会社
協力企業	脇 亮	三井物産株式会社
協力企業	高村 明子	三井物産株式会社
協力企業	丸山 將好	三井物産株式会社

---

## 2. インドの高速鉄道計画の現況

---

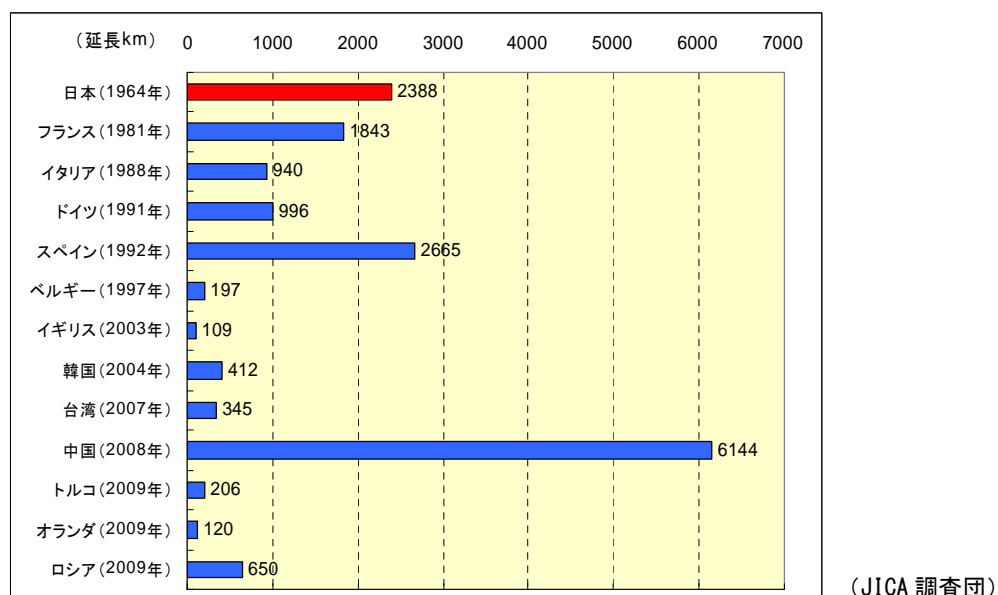
## 2. インドの高速鉄道計画の現況

### 2.1. 世界の高速鉄道の現況

#### 2.1.1. 概況

自動車の発達により鉄道が斜陽産業と言われていた 1960 年代の中頃、1964 年 10 月に東京と大阪を結ぶ世界初の高速鉄道である東海道新幹線が開業した。この成功は世界を驚かせ、フランスをはじめとするヨーロッパ諸国は鉄道的高速化に取り組んだ。東海道新幹線に遅れること 17 年、1981 年 9 月にフランスの TGV が開業し、以降イタリア、ドイツ、スペインなど西ヨーロッパ諸国で高速鉄道が次々と開業した。その動きは 21 世紀に入ってさらに加速・拡大して、東アジアの韓国と台湾、中国、さらにはトルコやロシアでも高速鉄道が運行を開始した。

現時点での営業最高速度 250km/h 以上の高速鉄道を運営している国と路線総延長を下図に示す。



(注) 高速鉄道 (250km/h 以上で走行可能) の延長は 2011 年 7 月 1 日現在  
ロシアのみ在来線の改良  
( ) 内は最初の路線の開業年

図 2-1 世界の高速鉄道保有国の路線総延長

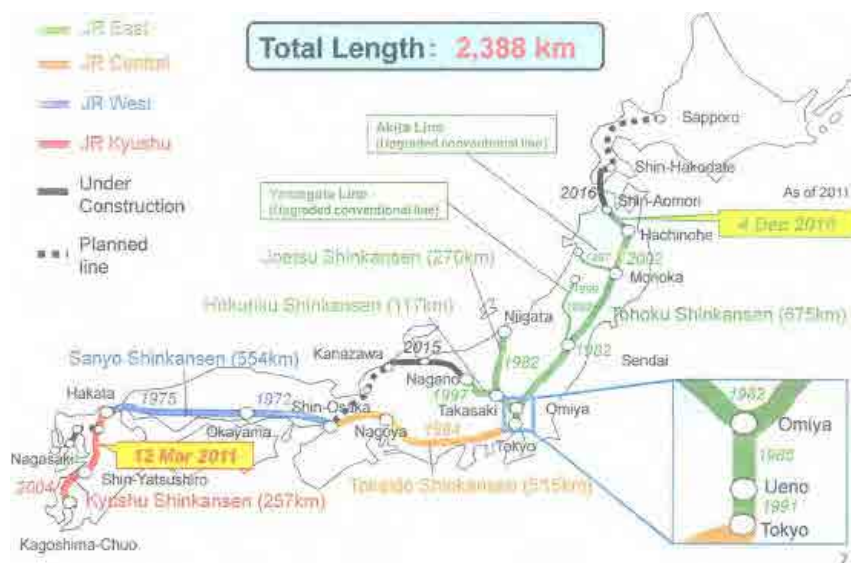
#### 2.1.2. 主要国の高速鉄道の現況

##### (1) 日本

日本の新幹線は、1964 年の東海道新幹線 (東京～新大阪間) の開業以降、1975 年の山陽新幹線 (新大阪～博多間)、1982 年の東北新幹線 (大宮～盛岡間)、1982 年の上越新幹線 (大宮～新潟間)、1985 年の東北・上越新幹線 (上野～大宮間) と、順次建設が進められてきた。

東海道新幹線の構想は、逼迫する東海道線の輸送容量増大を目標に、戦前より検討されて

いた。その後、国家プロジェクトとして世界銀行の融資を受けて着工し、最初の東海道新幹線は着工から6年間で開業に至った。



出典) 国土交通省

図 2-2 新幹線の路線網

## (2) 欧州

EU 内では事実上、国境は撤廃されているが、国際輸送手段としての鉄道をみると、さまざまな軌間、20 種類以上もの信号システムが混在している。そこで、1990 年代より、域内交流の円滑化を図るための国際的な広域交通政策が策定され、鉄道システムについても技術規準の統一などが進められている。

1991 年、EU 域内交流の自由化を促進するため、「鉄道の発展に関する閣僚理事指令」を发出し、これまでに鉄道貨物輸送、旅客輸送を自由化した。続く 1993 年、EU 域内の広域交通政策となる交通インフラ整備計画「TEN-T」を策定し、システムや技術規準の標準化を図るとともに、各国の鉄道整備において、将来の相互乗り入れへ配慮した規格の採用など、以下に例示する施策を実施している。

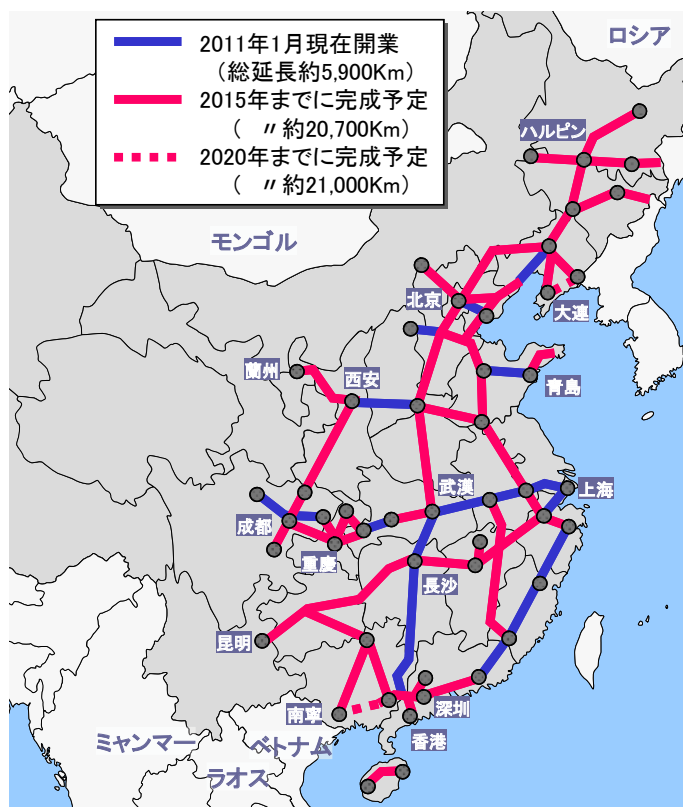
- ◆ 国際列車は車両、軌道を国際基準で統一。
- ◆ EU 共通の信号保安装置を開発。インフラ、車両についても共通の技術標準を策定。
- ◆ （西）国内の高速鉄道を欧州標準の軌間（標準軌）で整備。
- ◆ （英）ロンドン～ユーロトンネル入口を、仏方式の架空線方式、信号方式で整備。

### (3) 中国

中国では 2020 年までに主要都市を高速鉄道で結び、総延長は 18,000 km に及ぶ高速鉄道計画を進めている。その柱は北京～上海、南京～重慶など「四縦四横」と呼ばれる南北 4 線、

東西 4 線である。2011 年 2 月 6 日に開業した鄭西線は、中国河南省鄭州と陝西省西安を結ぶ旅客専用高速鉄道であるが、この路線は将来、徐州～蘭州線の一部となる予定である。

中国の高速鉄道計画は ASEAN 諸国にも及んでおり、雲南省の羅正富副省長は、昆明とミャンマー、ラオス、ベトナムを結ぶ国際高速鉄道の建設計画を進めていることを明言した。また、報道によるとタイ、ラオス両国も中国と両国を結ぶ高速鉄道の建設に期待を寄せており、タイでは既に国会承認済み、ラオスとも協力協定を締結済みとの報道がある。<sup>1</sup>



出典) JICA

図 2-3 中国の高速鉄道計画

### 2.1.3. 世界の高速鉄道計画の状況

大量・高速輸送が可能で、環境負荷とエネルギー消費が少ない特性を持つ高速鉄道は、航空機に代わる中長距離輸送手段として、世界で盛んに計画が進められている。下表に示すとおり、中国における合計約 2 万 km に及ぶ建設計画をはじめ、自動車大国アメリカ合衆国の 11 回廊の高速鉄道整備構想、アジアや南米などの新興経済国における計画がある。

<sup>1</sup> 中国網日本語版 (2010 年 12 月 9 日)

表 2-1 世界の主要高速鉄道プロジェクト（2011 年 6 月末現在）

地域	国名	区間	延長 (概数)	進捗状況
アジア	ベトナム	ハノイ～ホーチミン間	1,600km	・日本政府の資金で実現可能性調査を実施中
	タイ	バンコク～チェンマイ間 バンコク～ラヨーン間	975km	・調査・計画段階
	マレーシア/ シンガポール	クアラルンプール～ シンガポール	400km	・実現可能性調査を予定
	インドネシア	ジャカルタ～スラバヤ	690km	・日本政府の資金で実現可能性調査を実施済
	インド	ムンバイ～アーメダバード間 など 6 路線	3,800km	(詳細は後述)
	イラン	テヘラン～イスファハン間	800km	・調査・計画段階
中東・ アフリカ	サウジアラビア	メッカ～メディナ間	450km	・建設中
	カタール	カタール～バーレーン	180km	・DB International と契約し計画中
		カタール～サウジアラビア	100km	・DB International と契約し計画中
	エジプト	カイロ～アレキサンドリア	200km	・実現可能性調査完了
	モロッコ	カサブランカ～タンジール間	230km	・フランスの TGV システムを採用し、 2015 年開業
	南アフリカ	ヨハネスブルグ～ダーバン間	600km	・南アフリカ政府が実現可能性調査を実施予定 ・日本政府の資金により案件形成調査 及び実現可能性調査を実施
ヨーロッ パ	イギリス	HS2 (ロンドン～バーミンガム～マンチェスター／リーズ)	540km	・調査・計画段階
	ポーランド	ワルシャワ～ウッジ～ ブロツワフ／ポズナニ	490km	・実現可能性調査を実施中
	ノルウェー	オスロ～トロンヘイム間	500km	・実現可能性調査を実施中
北アメリ カ	アメリカ	カリフォルニアなど全国 11 回廊	1 万 3,700km	・カリフォルニア高速鉄道が入札手続き中
	カナダ	トロント～ケベック間と カルガリー～エドモントン間	1,000km	・調査段階
南アメリ カ	ブラジル	リオデジャネイロ～サンパウロ～カンピーナス間	510km	・コンセッション方式での入札中 (2011 年 7 月 11 日締切)
	アルゼンチン	ブエノスアイレス～ロサリオ～ コルドバ間	710km	・フランスの TGV システムを採用
オセアニア	オーストラリア	シドニー～キャンベラ～ メルボルン間	700km	・オーストラリア政府が実現可能性調査を実施中

(JICA 調査団)

#### 2.1.4. 我が国の高速鉄道海外展開戦略

我が国はこれまで、米国、伯国、越国等、現在進行中のプロジェクト案件の獲得に向け、官民一体となったトップセールスを積極的に展開している。

(注：肩書きは当時)

**(1) 高速鉄道セミナーの開催（2010年1月21日 米国ワシントン DC）**

馬淵国土交通副大臣が、我が国の鉄道界を代表する企業幹部の参加を得て、高速鉄道セミナーを開催するとともに、ラフード米連邦運輸長官等米国要人との会談を通じて、トップセールスを実施。

**(2) 官民ハイレベルミッションの派遣（2010年1月19～20日、伯国ブラジリア）**

ブラジルの高速鉄道に関する協議のため、総理特使として長安国土交通大臣政務官が日本企業連合とともに官民合同で訪伯。総理親書を手交した上で、アレンカール副大統領をはじめとした伯国政府要人と会談し、トップセールスを実施。

**(3) 官民ハイレベルミッションの派遣（2010年4月29日～5月4日 米国ワシントン DC、ベトナム国ハノイ）**

前原国土交通大臣が、我が国の鉄道界を代表する企業幹部とともに、訪米・訪越。ラフード米連邦運輸長官等米国要人やベトナム国ハイ副首相等との会談を通じて、トップセールスを実施。

**(4) ラフード運輸長官等米国運輸省関係者の訪日（2010年5月9日～5月13日）**

ラフード運輸長官をはじめとする米国運輸省関係者が訪日し、新幹線・リニアへの試乗等を通じて、我が国の新幹線の優れた技術を体験。

**(5) ハイレベル会談による我が国メーカーの後押し（2010年5月25日 英国ロンドン）**

我が国メーカーが優先交渉権を有している英国の高速鉄道車両の更新案件（1300両、1兆円）に関し、正式契約に向けた後押しをするため、辻元国土交通副大臣が訪英。ヴィリアーズ運輸閣外大臣と会談し、トップセールスを実施。

**(6) 高速鉄道セミナーの開催（2010年6月28日米国シカゴ）及びカリフォルニア訪問**

前原国土交通大臣が、我が国の鉄道界を代表する企業幹部の参加を得て、米国シカゴにおいて高速鉄道セミナーを開催するとともに、イリノイ州やカリフォルニア州の現地要人と会談し、トップセールスを実施。

**(7) シュワルツェネッガー カリフォルニア州知事等の訪日（2010年9月13日～14日）**

前原大臣が、訪日したシュワルツェネッガー カリフォルニア州知事及びカリフォルニア州高速鉄道局（CHSRA）CEO 等に対し、会談及び新幹線の試乗等を通じて、トップセールスを実施。



---

## **(8) ポーレンティ ミネソタ州知事等の訪日（2010 年 9 月 16 日～17 日）**

前原大臣が訪日したポーレンティ ミネソタ州知事に対し、会談及び新幹線試乗等を通じて、トップセールスを実施。

### **2.1.5. 我が国の対インド戦略<sup>2</sup>**

わが国とインド政府は、戦略的グローバル・パートナーシップに基づき、毎年交互に両国首相が相手国を訪問している。2010 年 10 月にはマンモハン・シン首相が来日し、2011 年 12 月 27 日～28 日には野田首相がニューデリーを訪問した。2011 年 12 月の訪印には日本経団連会長はじめ財界人ならびに東芝、日立製作所、三菱重工業社長ら高速鉄道車両・電機品メーカーの会長・社長も同行した。

両首相は首脳会談の後、「国交樹立 60 周年を迎える日印戦略的パートナーシップ強化に向けたビジョン」と題する共同声明を発出し、その中でデリー・ムンバイ貨物専用鉄道建設計画（DFC）の早期事業開始、デリー・ムンバイ産業大動脈構想（DMIC）への総額 45 億ドル規模の資金供与を表明した。また、多くの日本企業が直接投資を行っている、チェンナイ～バンガロール間の地域に向けたインフラ整備の重要性を強調し、包括的な統合マスタープランの作成に協力することになった。

---

<sup>2</sup> 出典）公益財団法人日印協会

## 2.2. インドの鉄道の現況

### 2.2.1. インドの鉄道の概況

#### (1) 鉄道網の現況

インド鉄道（IR=Indian Railways）は、MOR の監督の下、総営業キロが 63,974km（世界第 4 位）<sup>3</sup>の路線網を有し、全国を 17 の地域鉄道（Zonal Railways）に分けて運営している。

インド鉄道全体の年間輸送量（2009 年～2010 年）は、旅客が 72 億 4,600 万人、9,035 億人キロ、貨物が 8 億 8,800 万トン、6,010 億トンキロと、世界有数の鉄道大国である。鉄道輸送量は、旅客・貨物ともに GDP 成長率以上に増加してきており、過去 50 年間に旅客輸送量（人キロ）は 12 倍近く、貨物輸送量（トンキロ）は 8 倍となった。旅客・貨物ともに輸送機関の中で鉄道が占めるシェアも高く、好調な貨物に支えられインド鉄道は黒字基調である。



出典）Maps of India.com

図 2-4 インド鉄道網図

表 2-2 インド鉄道延長（軌間別延長及び電化済み延長）

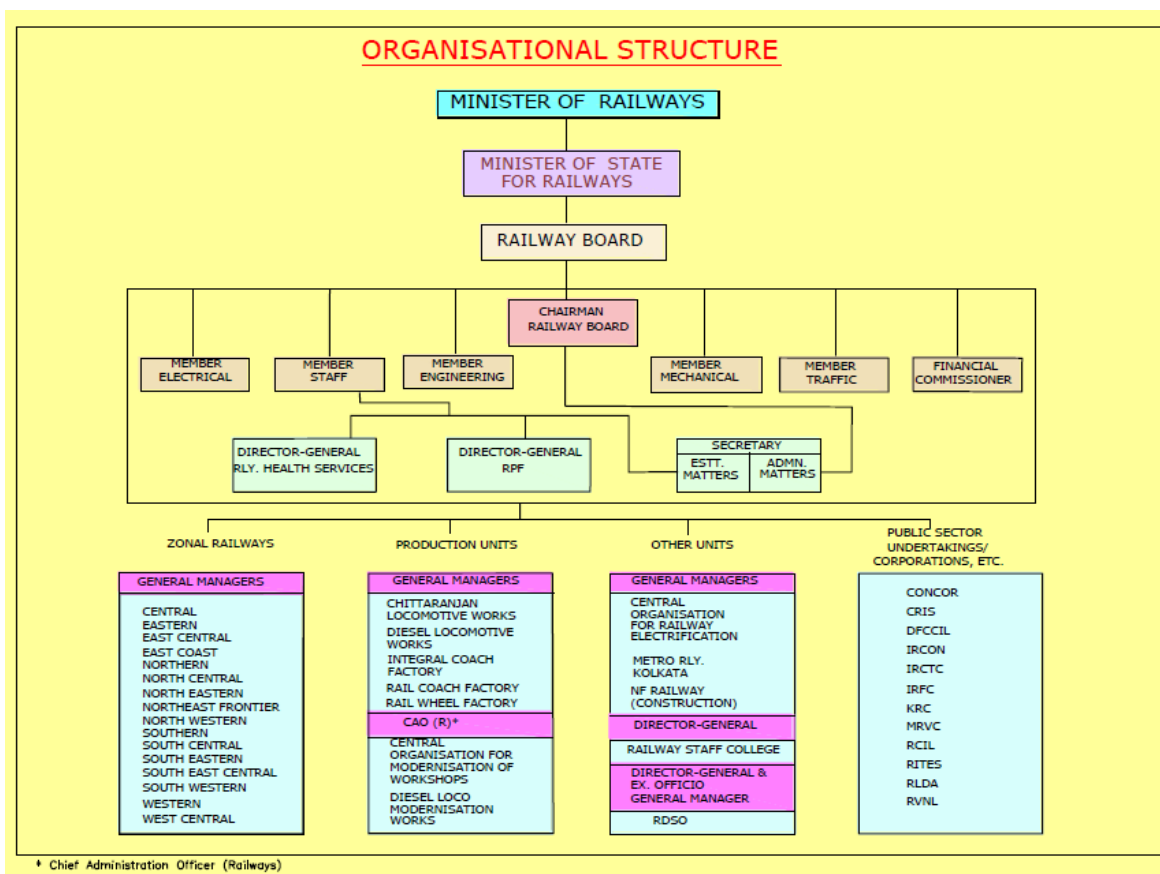
Track Kilometers	Broad Gauge (1676 mm)	Meter Gauge (1000 mm)	Narrow Gauge (762/610 mm)	Total
	86,526	18,529	3,651	108,706
Route Kilometers	Electrified	Total		
	16,001	63,028		

出典）MOR

<sup>3</sup> 2011 年 4 月 1 日時点（MOR）

## (2) MOR の概要

インド鉄道を運営するのは MOR である。MOR には大臣の下に 2 名の閣外大臣（日本の副大臣に該当）が置かれ、その下に MOR としての意思決定機関である鉄道委員会（Railway Board）が置かれている。インド鉄道には 16 の地方支局（Zonal Railways）があり、従業員は約 154 万人である。



出典) MOR

図 2-5 MOR 組織図

### ■インド鉄道の主要統計

日あたり運行本数：11,000 本 (うち旅客鉄道：7,000 本)	駅数：6853 駅
保有車両数：機関車：7566 両	ヤード：300 箇所
客車：37,840 両	保管庫：2300 箇所
貨車：222,147 両	修理工場：700 箇所
	職員数：154 万人

出典) MOR

インド鉄道の旅客輸送における特徴は、人キロベースでは 9,035 億人キロ（日本の約 2.2 倍）、人ベースでは 72 億 4,600 万人（日本の 0.31 倍）と、トリップ長が長いことが挙げられ

る。“Year Book 2009-10 (India)”によれば、旅客収入の7.1%が郊外、75.7%が長距離、12.2%が短距離輸送に区分されており、鉄道輸送の主体は長距離輸送であることを示している。

インド鉄道におけるネットワークの特徴は、北のデリー、西のムンバイ、東のコルカタ、そして南のバンガロール、チェンナイを結ぶ黄金の四角形（Golden Quadrilateral）とその対角線が最重要路線になっていることである。その合計延長 9,923km は営業キロの約 16%であるが、全貨物輸送量の 50%以上を占めている。このため、この区間における既存線の線路容量は飽和状態に近く、輸送力を抜本的に増強するために西回廊（デリー～ムンバイ間）と東回廊（デリー～コルカタ間）に合計延長約 2,800km、最高速度 100km/h の貨物専用新線 DFC（Dedicated Freight Corridor）の建設が進んでいる。この西回廊のうちハリヤナ州レワリ～グジャラート州ヴァドドラ間（延長 920km）に日本の円借款（STEP：本邦技術活用条件）が供与されている。また、旅客鉄道に関しては後述のインド鉄道ビジョン 2020 において、営業最高速度 250～350km/h の高速鉄道が 6 路線計画され、プレ F/S が順次実施されている。

また、デリー（人口約 1,000 万人）やコルカタ（約 560 万人）、ムンバイ（約 1,200 万人）、チェンナイ（約 430 万人）、バンガロール（約 430 万人）、ハイデラバード（約 360 万人）などの大都市においては、交通渋滞や排ガスなどによる交通環境を改善するために都市鉄道の建設・計画が進められており、このうち、コルカタ、デリーでは既に開業している。

## 2.2.2. インドの経済概況

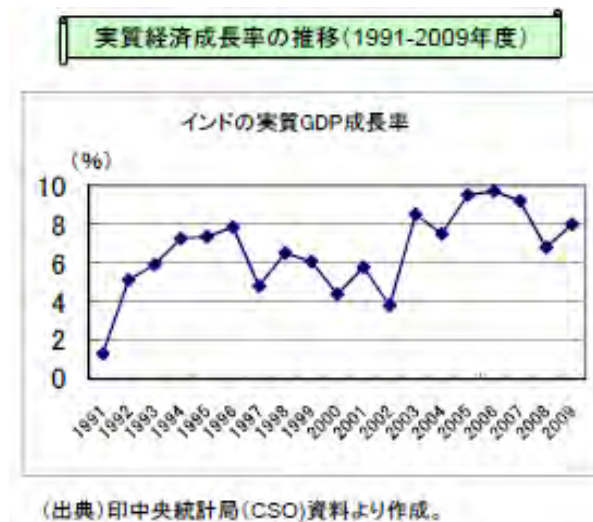
インドは中国に次ぐ世界第 2 位の人口（約 12 億人）を有し、将来は中国を抜き、世界第 1 位となると予測されている。インドは BRICs と呼ばれる新興経済国の一員として世界的に認識され、2003 年以降の実質 GDP 成長率は、6%を超える非常に高い水準を維持している。このインドの経済成長の大きさと速さは、南アジア地域の経済成長をリードしており、同地域の約 70%を占めると言われている。

### (1) 経済成長の推移

インド政府は第 12 次 5 カ年計画（2012 年 4 月～2017 年 3 月）において、成長率の目標を約 10%に設定すると発表しており、2008 年度は 6.8%、2009 年度は 8.0%を達成している。

シン首相の発言によると、2010 年度は約 8.5%、2011 年度は 9%の成長率を達成するとしているが、2010 年度第 1 四半期・第 2 四半期はともに+8.9%、第 3 四半期は+8.2%と、経済成長は減速傾向にある。中央統計局の発表（2012 年 2 月 29 日）によると、2011 年度第 3 四半期（10～12 月）の実質 GDP 成長率は前年同期比 6.1%にとどまり、四半期ベースの成長率としては、直近 3 年間で最も低い数値を記録した。主な要因は、製造業の減速と鉱業の不振であるとされている。<sup>4</sup>

<sup>4</sup> 出典）JETRO「世界のビジネスニュース（通商弘報）」（2012 年 3 月 9 日）



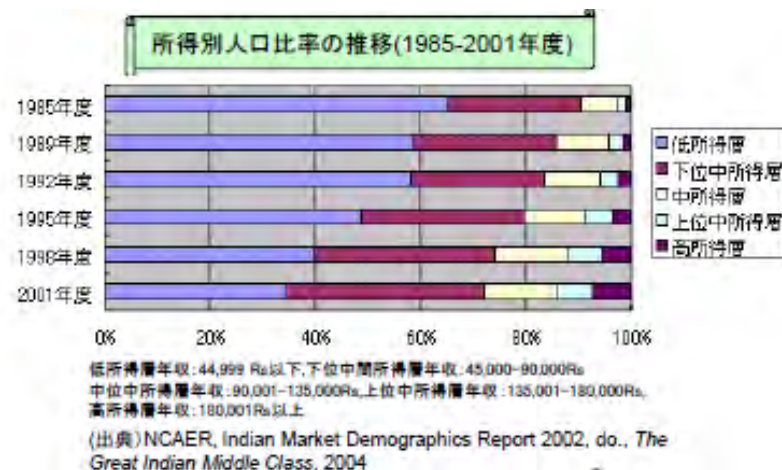
出典) 在インド日本大使館

図 2-6 インド GDP の推移

## (2) 中間層の拡大

インドの経済成長を支えているのは都市部「中間層」の台頭であると言われている。2000年代に入ってから大都市近郊で急速に都市開発が進み、高層アパートや巨大ショッピングモールが次々と建設されている。

所得別人口比率の推移を見ると、「中間所得者」と位置づけられる年収 45,000 ルピー以上の人口比率が確実に増加している。



出典) 在インド日本大使館

図 2-7 所得別人口比率の推移

また、家計支出構成の変化を見ると、特に都市部において「教育費、医療費、家賃など」「耐久消費財」の占める割合が顕著に増加している。

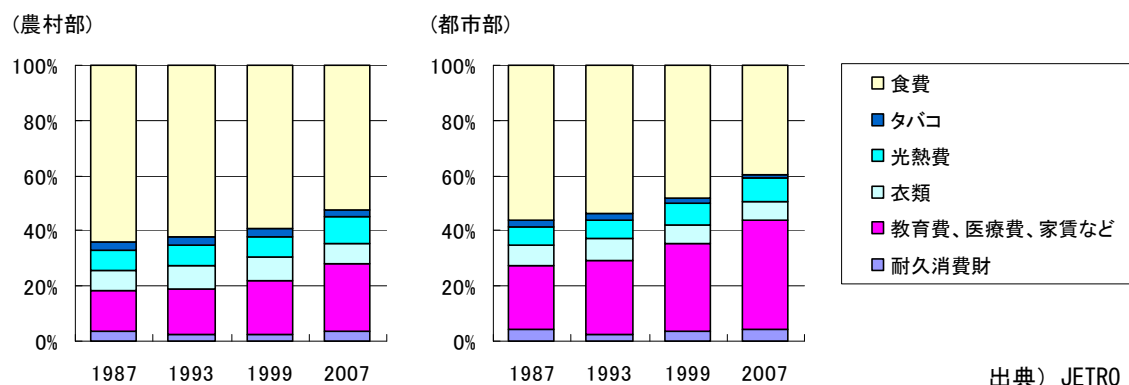


図 2-8 家計支出構成の変化 (1987 年度～2007 年度)

2010 年度における GDP の構成をみると、商業・運輸・通信が 27.1%、銀行・保険・不動産・IT 関連サービスが 17.5%、製造業が 15.9%となっている。2004 年度から 2010 年度の各産業の成長率をみると、商業・運輸・通信が 9.8%、銀行・保険・不動産が 11.2%、製造業が 8.9%となっている。

2008 年の統計によると、商業・運輸・通信の中では商業が 57.5%を占めている。また、民間通信業は 5.8%とシェアは小さいものの、携帯電話の急速な普及により、2004 年度から 2008 年度まで付加価値が 4 倍に伸びている。

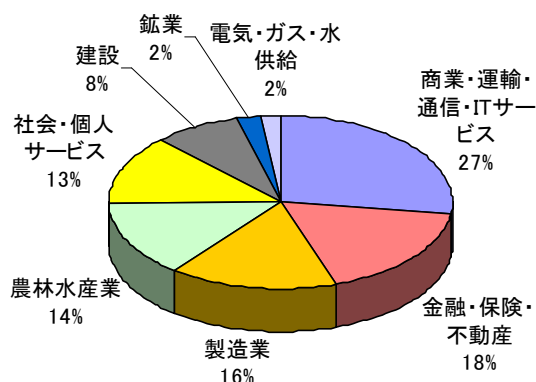


図 2-9 2010 年度の GDP の構成

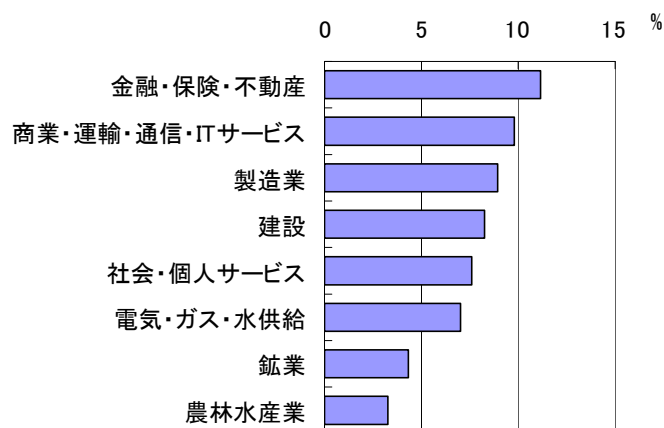


図 2-10 産業別成長率 (2004 年度～2010 年度)

### (3) 都市人口の増加

1991 年のインドにおける都市人口は 217 百万人であったのに対して、2001 年には 286 百万人、2011 年にはおよそ 377 百万人を記録しており (2011 年インド国勢調査暫定値)、都市人口は今後も著しく増加していくと予想される。近年の急速な都市化に伴い、1981 年から 2001 年までに 6 大都市 (人口 500 万人以上の都市: デリー、ムンバイ、コルカタ、チェンナイ、バンガロール、ハイデラバード) において人口が 1.89 倍に増加している。



図 2-11 過去 10 年間の人口増加率と主要都市人口（上位 10 位）

### 2.2.3. インド国内の交通概況

インドの経済成長を維持するためには、民間資金を含め約 1 兆 US ドル規模のインフラ投資が必要であるとしているが、現在までのところ投資資金の不足や複雑な制度面などの問題からインフラ整備には遅れが生じている。

インフラ整備の必要額は、2007 年～2011 年の 5 年間で約 3,500 億ドル（14 兆 5000 億ルピー）と、膨大なものとなっている。ODA 等を含む公的資金では全てを賄うことができないことから、PPP の導入などにより民間資金を活用することが必要とされている。

民間資金の出資者としてはインド企業の他に、欧米の金融機関や機関投資家がインフラ整備のためのファンドという形で出資を行っている。日本の金融機関等も、例えばみずほ銀行が IDFC（Infrastructure Development Finance Company）のインフラ基金に出資している。<sup>5</sup>

#### (1) 都市交通<sup>6</sup>

都市部では自動車及び二輪車の台数増加に伴う交通渋滞が深刻な問題となっている。今後とも、住民の所得向上に伴う自家用車両の保有割合の増加、二輪車から自動車所有へのシフト

<sup>5</sup> 財務省「インド研究会」2008 年 1 月

<sup>6</sup> 外務省「対インド事業展開計画」2011 年 6 月



が見込まれており、早急な対応が望まれている。特に前述の6大都市では、交通渋滞を主因とした経済損失や、大気汚染・騒音などの自動車公害による健康被害が深刻化しているところで、交通渋滞緩和のため、都市開発計画を踏まえた大量高速輸送システムや環状・放射道路など、大規模な都市交通インフラの整備が必要となっている。

インド政府は第11次5カ年計画や国家都市交通政策において、上記課題に対応するため、都市計画マスタープラン（土地利用計画）との整合性を確保した都市インフラ整備計画の策定、複数の交通モード間の適切な連携・役割分担の実現、公共交通機関へのモーダルシフトの促進、技術高度化による交通公害の改善、多様なサービスの提供と適切な料金設定、関係機関の能力強化、PPPの推進を重視している。具体的には、都市中心部への集中を緩和する戦略的な環状道路建設、公共輸送システムとフィーダー輸送網の整備などが施策として挙げられており、特に400万人以上の人口を有する都市では大量高速輸送システムの整備が推奨されている。

## (2) 幹線交通<sup>7</sup>

インドでは、貨物輸送量が年率約15%で伸びている一方で、貨物鉄道の輸送能力は限界に近づいており、鉄道の整備・強化は同国の経済成長についても不可欠な課題となっている。とりわけ、「黄金の四角形」を結ぶ路線の貨物輸送量は全国の約65%を占めている。今後もコンテナ貨物の増加や農産物・鉱工業資源の輸送量の増加が見込まれることから、大容量かつ高速化とほかの交通機関との連携による輸送能力の強化が求められている。

道路交通は鉄道と並び、インド国内の物流の大部分を支える重要な輸送手段である。道路による旅客・貨物輸送は直近の45年間に約60倍の伸びを見せ、現在も年率9%の割合で成長しているが、道路の整備は同期間比で約6倍程度に留まっている。このうち、国道については、総延長が全道路網330万kmのうち僅か2%の約7万kmに過ぎない一方、輸送シェアでは全道路網の約4割を占めることから重要性が非常に高く、近年の急激な自動車交通の伸びに対応した整備が喫緊の課題となっている。

インド国内の主要な空港・港湾設備についても、急増する輸送需要へ対応するための拡張・近代化・高度化の必要性が高いとされている。

### 2.2.4. 自然条件

アルプス・ヒマラヤ造山帯の前端に位置するインド北部では、震災被害と無縁ではない。過去20年ほどの間に、下表に示す震災が発生しており、最近では2011年9月に、北東部シッキム州でマグニチュード6.9、死者100名余りを出す震災が発生している。また、2001年1月に発生した、グジャラート州を震源とする「インド西部地震」はマグニチュード7.9を

<sup>7</sup> 外務省「対インド事業展開計画」2011年6月

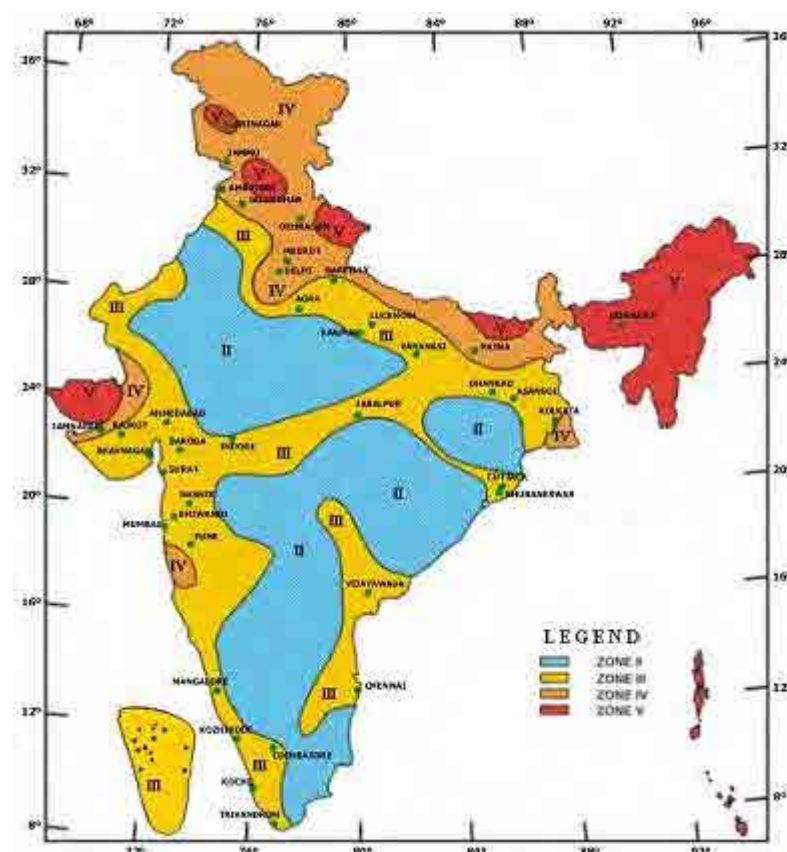


記録し、死者は2万人近くに達している。下図に示す Seismic Zone Map によると、デリーを含む路線2は「High Damage Risk Zone」を意味する「Zone4」<sup>8</sup>を通過している。

表 2-3 インド国内の主要な震災履歴

発生日	場所	マグニチュード	国内死者数
21/08/1988	Bihar	6.6	282
20/10/1991	Uttarkashi	6.1	768
29/09/1993	Killari	6.4	10000
22/05/1997	Jabalpur	6.0	38
29/03/1999	Chamoli	6.6	100
26/01/2001	Bhuj	7.9	18600
14/09/2002	Andaman	6.0	
08/10/2005	Kashmir	7.6	1329
14/02/2006	Sikkim	5.7	
18/09/2011	Sikkim	6.9	100

出典) National Information Centre of Earthquake Engineering



出典) Disaster Management Department, Government of Uttar Pradesh

図 2-12 インド Seismic Zone Map

<sup>8</sup> ヨーロッパ地震学連合の定める「MSK-VIII」（立ててられないほどの揺れや古い建物の倒壊を伴うレベル）に相当

## 2.3. インド政府関係機関の動向

### 2.3.1. インド政府関係者の高速鉄道に対する期待及び関心

#### (1) 課題認識

主要都市においては、過去 10 年間の急激な自動車保有率の増大により、交通混雑に伴う時間損失が増大している。インド人口統計によると、都市人口は 2001 年の 2.9 億人から 2011 年の 3.8 億人と、過去 10 年間に 1.3 倍に増加しており、また 2021 年には 4.7 億人に達すると推計されている。

また、都市化の進展も著しく、都市間旅客需要の進展により、航空機及び自動車利用者数は 15～20%増加している。



出典) MOR

図 2-13 インドの都市人口推移

#### (2) 高速鉄道整備に対する期待

都市間移動の需要の増加に対し、化石燃料の輸入への依存からの脱却、環境負荷の低減から、エネルギー効率の高い大量輸送機関として、高速鉄道整備のニーズが高まりつつある。

高速鉄道整備によるメリットは、以下の事項が挙げられる。

これらのことから、インドでは、高速鉄道の整備による都市部における交通混雑の解消、ならびに周辺中小都市への円滑なアクセスの達成により、回廊沿線地域の経済発展の達成を期待している。

##### 1) エネルギー効率の最大化

高速鉄道の人キロ当たり燃料消費量は、航空機の約 1/5、バスの約 2/3 程度である。

##### 2) 土地収用の最小化

高速鉄道に必要な用地幅は約 15m であり、4 車線道路と比較しても 1/2 以下である。

高速鉄道の可能輸送容量は 6 車線道路の約 1.5 倍であり、土地収用に関わる費用削減の面でも、道路輸送に比べはるかに効率性に優れている。

表 2-4 高速鉄道と道路の輸送能力比較

High Speed Rail	Motorway
Double Track	2x3 Lanes
12 Trains per hour per Direction	4500 Cars per hour per direction
1000 Pax/Train	1.7 (Average) Passengers per car
Capacity = 12000 Passengers per hour	Capacity = 7650 Passenger per Hour

出典) MOR

---

### (3) 高速鉄道整備に向けた課題

インドが今後も経済成長を維持し、国際競争力のある投資環境と堅固な経済基盤を構築するためには、それら経済活動を支える幹線鉄道・道路・大規模空港、港湾をはじめとしたインフラ整備・改善が必須である。

高速鉄道の整備に向けて、MOR が認識している課題を以下に列挙する。

- ①経済的、財務的な実現可能性をふまえたパイロットプロジェクトの選定。
- ②不動産や炭素税、他の公共交通機関からの補助金などの増収策。
- ③高速鉄道の運行に必要な軌道、車両技術の獲得。
- ④大都市や土地収用が困難な地域を通過するため、関係者との合意形成。
- ⑤100%政府出資は不可能であり、PPP などの資金調達計画が必要。
- ⑥関与する団体が官民の多岐に渡るため、独立した事業主体の設立が必要。

高速鉄道の整備に必要となる巨額の事業費を運賃収入でまかなうには、適正な料金水準のもと、5～10分間隔という高頻度の運行が必要となる。従って、運賃収入で事業費をまかなうのは困難であり、中央と州政府の出資による VGF や不動産開発などの手法を織り交ぜた PPP を促進することとしている。

HSR 整備におけるファイナンスモデルについては、現時点ではインド政府としての見解は有していない。一方、MOR によると、インフラ整備資金を 100%政府資金でまかなうのはリスクがあるため、円借款など日本政府による資金援助に対する期待がある。

なお、システムについては特定国のものを前提としておらず、国際入札による世界標準のシステムとなることが考えられ、用地買収、ユーティリティ移設など、民間会社による実施が困難な部分を政府出資とし、鉄道事業の運営は PPP による運営を考えている。MOR としては日本政府に対して、技術面ならびに資金面での支援に期待を寄せていると述べている。

#### 2.3.2. 関連上位計画における高速鉄道計画の位置づけ

##### (1) インド鉄道ビジョン 2020 の計画概要

MOR は 2009 年 12 月に、2020 年までの鉄道整備長期計画として、インド鉄道ビジョン 2020 を策定した。同計画は以下の 4 つの国家的な目標の達成に向けて、今後の 10 年で総額 14 兆ルピー（約 25 兆円）の投資を計画している。

- ① 国家全体の包括的な成長
- ② インド全域における全階層の人々の発展と統合
- ③ 大規模な雇用の創出
- ④ 地域環境問題への対応

具体的には、大幅な収入の増加、ネットワーク・輸送容量の拡大、安全性、環境適合性の向上、旅客サービスの革新が目標として掲げられるとともに、在来旅客・高速鉄道・貨物の鉄道分野と荷物・広告・通信などの事業開発分野の目標も示されている。

インド鉄道ビジョン 2020 の計画概要は、下表に示すとおりである。

表 2-5 インド鉄道ビジョン 2020 の概要

Broad category	Short Term Target (2010-11-2011-12)	Long-term Target (2012-2013-2019-20)	Total Target
Doubling (including DFC)	1000 kms	11000 kms	12,000kms
Gauge conversion	2500kms	9,500kms	12,000kms
New line	1000kms	24,000kms	25,000kms
Electrification	2000kms	12,000kms	14,000kms
Procurement of wagons	33909	255227	289136
Procurement of diesel locomotives	690	4644	5334
Procurement of electric locomotives	555	3726	4281
Procurement of passenger coaches	6912	43968	50,880

出典) MOR

## (2) インド鉄道ビジョン 2020 における高速鉄道計画の位置づけ

インド鉄道ビジョン 2020 においては、高速鉄道構想を実施する具体的な候補 6 路線を指定し、現在予備的調査を順次実施しているところである。この高速鉄道計画は、各地域の計画とともに、商業、観光客と巡礼のハブとなる、少なくとも 8 以上の回廊が想定されており、6 路線で既にプレ F/S が実施あるいは予定されている。

本計画においては、2020 年までには、少なくとも延長 2000km、4 つの回廊の完成を目指すとともに、その他の回廊を含む 8 つの計画についても進めるとされている。

具体的な整備目標は、2015 年までに、

- ・ 2,000km の Detailed Project Report を作成
- ・ PPP による 500km の高速鉄道路線の完成

2025 年までに、

- ・ 10,000km のプレ F/S の実施
- ・ 2,000km の高速鉄道網の完成

としている。

12 次五カ年計画 (2012 年～2017 年) においては、PPP により 2000 億ルピーを確保する計画である。また、6 路線のプレ F/S も関係州政府の関与のもと、都市内外の線形や関連開発計画の検討が進められている。都市内の駅の位置は、当該都市の行政機関との議論が進められている。

### (3) 6 路線のプレ F/S 進捗状況

候補 6 路線のプレ F/S の進捗状況は、下表に示すとおりである。

2012 年 3 月 14 日の鉄道大臣の予算演説によると、これら 6 路線に加えて、デリー～ジャイプル～アジメール～ジョードプル間の調査を今年中に実施するとされている。また、路線 1 の予算計画の最終化に向けて作業中である旨言及されている。さらに、ケーララ州が独自に構想しているトリヴァンドラム～カサラゴド間の計画についても言及されている。

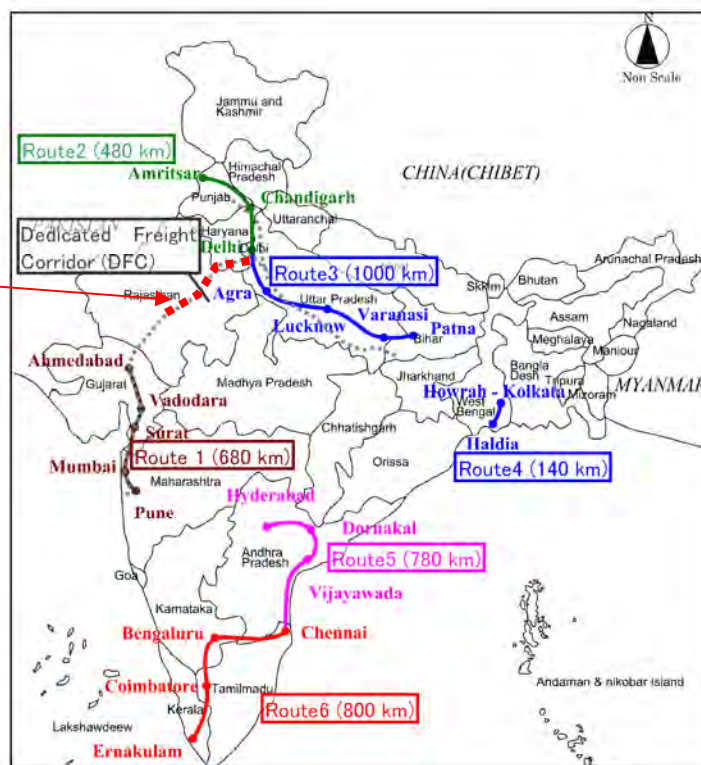
表 2-6 インド高速鉄道 6 路線のプレ F/S 進捗状況

	区間	延長 (Km)	進捗状況
①	ブネ～ムンバイ～アーメダバード	約 680	SYSTRA グループ (SYSTRA+ RITES+ ITALFERR) がプレ F/S 完了 (2009 年 12 月) 予算計画の最終化に向けて作業中
②	デリー～チャンディーガル～アムリトサル	約 480	SYSTRA+ RITES+ ITALFERR が優先交渉権を得たが価格交渉で決裂、再入札。
③	デリー～アーグラ～ラクナウ～ワラーナシー～パトナ	約 1,000	英 Mott MacDonald 社グループが受注し調査開始済み。
④	ハウラー～ハルディア	約 140	西 INECO 社グループ (INECO+ Prointec+ Ayesa) が受注し調査開始済み。
⑤	ハイデラバード～ドルナカル～ヴィジャヤワダ～チェンナイ	約 780	OC+JARTS+Parsons Brinckerhoff 社が受注
⑥	チェンナイ～バンガロール～コインバートル～エルナクラム	約 800	OC+JARTS が受注
	デリー～ジャイプル～アジメール～ジョードプル	約 550	予算演説において、今年度中に実施との言及あり

デリー～ジャイプル～アジメール～ジョードプル  
(約 550 km)

(JICA 調査団)

図 2-14 インド高速鉄道構想路線位置図



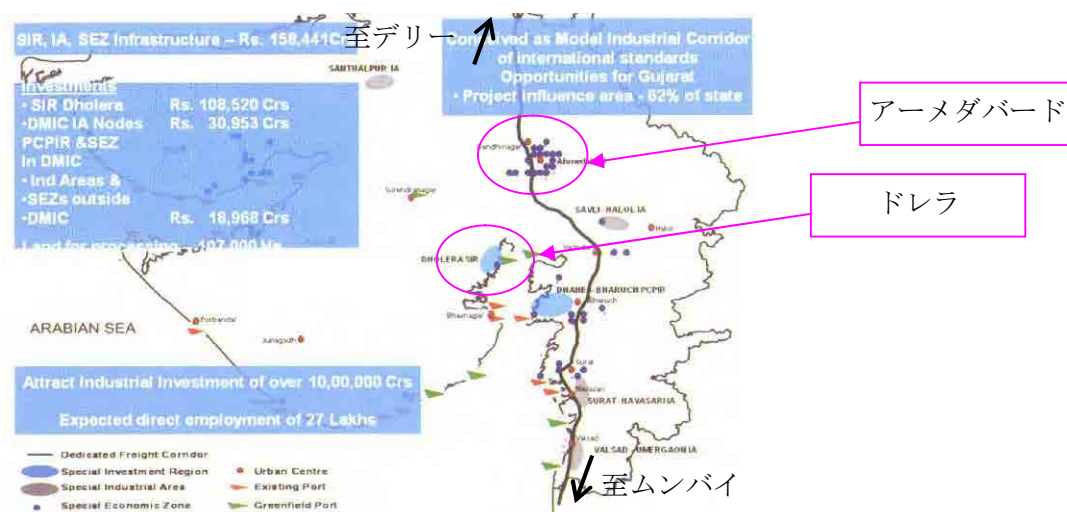


### 2.3.3. 関連州・路線における高速鉄道構想

#### (1) グジャラート州

グジャラート州は規制、規制、電気水道、手続き、土地などビジネス環境として有利な点が多いと言われている。グジャラート州はムンバイに近く、アーメダバード～ムンバイ間に相当の需要を見込んでおり、定時性や中心市街地へのアクセス性、信頼性において航空に勝る HSR 整備に大きな期待を寄せている。グジャラート州政府は、プレ F/S に対しても 25% の資金を負担している。

グジャラート州は、HSR 整備に前向きであり、費用負担の意向もあるようである。ただし、グジャラート州は MOR の構想する 6 路線以上に、州が開発特区（SIR : Special Investment Region）として開発構想を持つ、ドレラ地区への支線整備により期待を寄せているようで、中央政府の計画に対し、州政府がどの程度出資するかについては不透明なところがある。



出典) Gujarat Infrastructure Development Board

図 2-15 グジャラート州開発特区、工業地区、経済特区位置図

ファイナンシャルスキームとして PPP に対する実績を有しているとのことだが、HSR 構想に対する具体的な資金拠出の意向については不透明である。ただし、アーメダバード、ヴァードーダラー、スーラトの各都市に HSR の駅設置の希望があるが、具体的な計画は MOR の所轄であり決定権は無いとのことである。なお、用地買収、ユーティリティ移設などは、政府負担により実施されるが、グジャラート州政府は、HSR 駅を在来線と併設したいとの意向である。すなわち、HSR 駅及び路線は在来線用地の範囲内に建設されることとなり、用地取得に関わる州政府の負担は最小限になると考えている。これに関わる地権者との協議なども、州政府の責任で行うとのことである。

日本政府に対しては、整備に関わる財政面の支援を期待しているとのことである。

## (2) マハーラーシュトラ州

マハーラーシュトラ州は、高速鉄道計画実現への意欲が高い州のひとつであり、州政府としては州東部のナーグプル（人口 240 万）まで高速鉄道路線を延伸したいとの意向を有している。また、プネ〜ムンバイ間を優先したいという意向もある模様である。

ムンバイ市外は島に立地していることから市街地の拡張は困難であり、マハーラーシュトラ州政府はムンバイ東方郊外、パンベル地区に新空港の建設（2015 年予定、土地取得の進捗 80%）、新市街開発、工業団地開発の計画を持っている。これらをふまえ、高速鉄道駅も同地区に建設し、旧市街へはメトロでアクセスする構想を持っている。

また、ムンバイ都市圏の交通システム改善プロジェクトとして、Mumbai Urban Transportation Project を世界銀行の融資により実施中である。また、プネメトロへの関心も高い。

現在のところ、高速鉄道計画に対する具体的な予算措置や、土地収用などの予定はないとのことであるが、用地買収への協力、財政支援への前向きな意向が見られた。ただし、高速鉄道の計画自体は中央政府の決定事項であり、州政府としての対応や関連開発計画は中央政府の動向を見てから決定したいとのことであった。

マハーラーシュトラ州は基幹インフラなどの基盤も整っており、民間企業誘致などのポテンシャルが高いと考えているが、高速鉄道がアーメダバードまで接続することで、グジャラート州へ産業が流出することも懸念している。

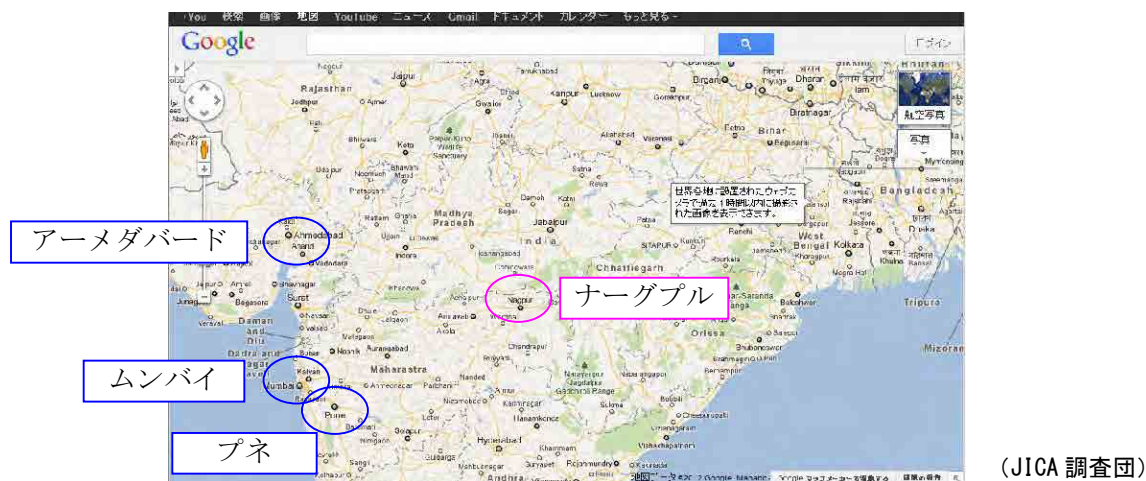


図 2-16 ムンバイ〜プネ〜ナーグプル位置図

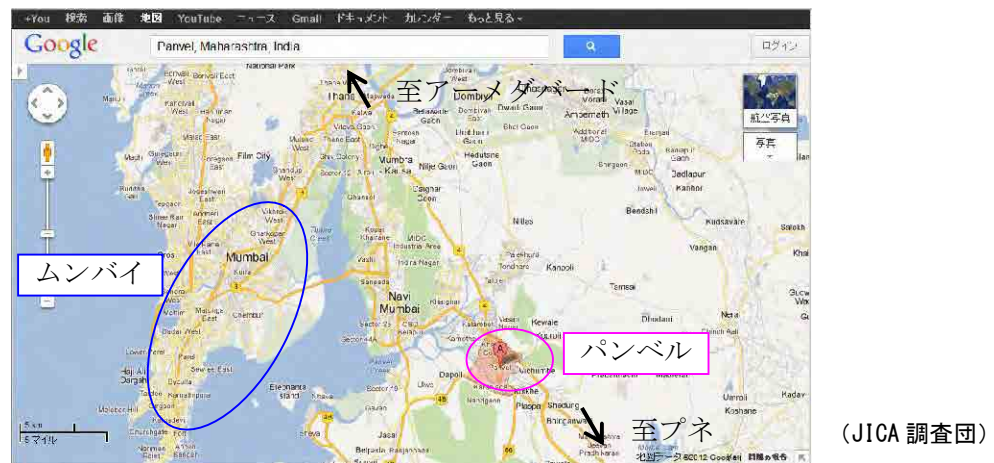


図 2-17 パンベル地区位置図

### (3) ビハール州

ビハール州政府は、州独自の高速鉄道計画に対する意向や駅開発などの構想は持っており、中央政府による計画（F/S の結果）を待っている状況である。

土地収用と関連開発計画策定は州政府が行う。用地買収に対する問題は、これまでの道路事業の実績からそれほどないと考えている。

高速鉄道事業は都市鉄道事業異なり莫大な投資額となることから、州政府による予算措置への協力は困難と考えている。

### (4) その他の州<sup>9</sup>

#### 1) タミル・ナードゥ州

第6路線の主要な部分はタミル・ナードゥ州に属している。2006年秋、タミル・ナードゥ州政府は独自に州内の高速鉄道計画を作成し、2007年初めにインド首相に公式に要請をしている。そのルートとは、①チェンナイ～マドゥライと②チェンナイ～コインバートルである。この2路線は二者択一であり、以降の路線では、②が優先されている。

タミル・ナードゥ州は、産業都市を経由する下記路線を要望している。

1)チェンナイ～バンガロール間；カーンチプラム～ヴェールール～クリシュナギリ～ホスアー～バンガロール

チェンナイ、カーンチプラム、ヴェールール、クリシュナギリ、ホスアー、バンガロールはいずれも黄金の4辺形(Golden Quadrilateral)の一边を成している都市である。

2)バンガロール～コインバートル間；クリシュナギリ～セーラム～イーロードゥ～コイン

<sup>9</sup>「平成23年度インド南部における高速鉄道構想の案件形成に関する調査」（国土交通省）の調査結果より引用



---

バートル～(エルナクラム～トリヴァンドラム)

クリシュナギリ駅は 1)、2)路線の分岐予定駅になる。なお在来線の分岐駅がクリシュナギリの近傍のジョラールペッタ Jct であり同様の機能を果たしている。

## 2) カルナータカ州

カルナータカ州は、下記的高速鉄道計画を計画している。

①バンガロール～コインバートル

②バンガロール～マイソール

③マイソール～カリカット

高速鉄道計画策定にあたり、カルナータカ州からはマイソールを含めるように毎回強い要望があった。2010 年 10 月には州知事から時の MOR 大臣 Banarjee に対し、バンガロール～マイソール延伸の要請文を提出している。

バンガロール～マイソール間は多くの日本企業が進出している。またマイソールはカルナータカ州の観光の中心でもあり、王宮（歴史的建造物）がある。年間の観光入込客は州観光局によると、王宮のみで 360 万人（2010 年）を記録している。また将来はマイソールから更に西進し、西海岸のマンガロールに至る路線も要望が強い。これはチェンナイ方面だけではなく、西方面に予想手段を確保し、アフリカや中東向けの自動車輸出等が容易になる。

## 3) ケーララ 州

ケーララ州は独自にケーララ 高速鉄道公社(KSIDC)を設立した。KSIDC が担当するのはカルナータカ州南西端マンガロールと当該州都トリヴァンドラムを結ぶ 630 kmの路線であり、建設費は 7700 億ルピー（約 1 兆 5400 億円）としている。

現在 KHSRCL (Kerala High Speed Rail Corporation Ltd)が発足し、在来のインド鉄道とは独立した路線を計画している。しかし第 6 路線と競合するエルナクラム～トリヴァンドラム間はいずれかの路線に限定されとのことである。州内の高速鉄道駅の位置駅部は、トリヴァンドラム、コラム、コッタヤム、エルナクラム、トリチュール、カリカット及びカヌールとしている。

プロジェクトは州政府と民間会社が参加し PPP 方式で行うとの構想を持っている。

なお、前述のとおり、2012 年 3 月 14 日の鉄道大臣の予算演説において、トリヴァンドラム～カサラゴド間の計画について言及されている。

### 2.3.4. MOR および各州政府の意思決定メカニズム及び鍵となる意思決定者の特定及びその意向

インドにおける高速鉄道整備においては、以下に挙げる政府機関が関与することになる。

#### (1) MOR、国家高速鉄道局（NHSRA）<sup>10</sup>

MOR はインドの鉄道の計画、建設、運営を総括する組織として、貨物輸送、旅客輸送、安全管理、列車の運行管理、路線・橋梁の建設や管理、計画策定、資産運用を行っている。しかし高速鉄道については、事業手法や運賃設定、技術や安全基準は在来線とは根本的に異なる。また、社会的、経済的価値や求められるサービス水準についても、在来線とは全く異なる。

そのため、高速鉄道計画に特化した課題により効率的に対処するため、高速鉄道を専門に所轄する国家高速鉄道局（National High Speed Rail Authority、以下 NHSRA と略）の設置が決定された。

2012 年 3 月 14 日の鉄道大臣の予算演説において、「under formation」との言及がある。

#### 1) NHSRA の概要

2010 年の予算演説において、高速鉄道回廊の実現に関わる計画、技術基準の策定、事業の実施及び進捗管理を行うため、MOR から独立した NHSRA の設立が公表された。

NHSRA は、高速鉄道事業を専門に担当する国家機関として、州政府間の調整を行い、また様々な事業者の役割の調整役となる。

#### 2) NHSRA の役割

- ・ 高速鉄道の構造物の計画及び路線の決定
- ・ 長期事業計画の策定
- ・ 技術的な仕様の策定
- ・ 事業の実施者、鉄道の運営者の募集と決定
- ・ 軌道及び鉄道駅に関わる用地の取得
- ・ 建設工事の監理
- ・ 鉄道事業者の経営状態の定期確認
- ・ インド鉄道との調整
- ・ 事業関係者との調整
- ・ 財源の検討
- ・ 不動産など鉄道関連事業のビジネスモデルの構築
- ・ 事業費の適正化

---

<sup>10</sup> 出典) MOR

- 
- ・ 高速鉄道および関連施設の開発、運営、維持管理に関わる研究
  - ・ 中央及び州政府に対する高速鉄道に関わる助言

## **(2) 財務省 (Ministry of Finance)**

インド財務省は中央政府の財政管理を担当している。財務省は開発のための財源の支出を含め、インド全体に影響を与える経済・金融問題、また州政府への財源の配分を含め、中央政府の財政支出を調整する役割を担っている。

財務省は経済局 (Department of Economic Affairs)、予算局 (Department of Expenditure)、税務局 (Department of Revenue)、ディスインベストメント (負の投資) 局 (Department of Disinvestment)、金融サービス局 (Department of Financial Services) の 5 部門から構成されている。

## **(3) 国家計画委員会 (Planning Commission) <sup>11</sup>**

五カ年計画を策定、実行、モニタリングする機関が、国家計画委員会（首相が委員長）である。国家計画委員会は中央府省、州からの提案計画を集約し、調整を図り、計画を作成する。部門毎に関係府省、学識経験者、州政府代表者からなるワーキンググループを設立し、部門毎に国家と州レベルとの連携を確保している。

計画推進にあたって、計画委員会が前年度の達成状況をモニタリングし、計画目標に必要な課題を明確にし、これらを踏まえ年次計画を策定している。中央政府、州政府への予算配分は、この年次計画により決定される。

## **(4) 州政府**

### **1) インドの地方制度**

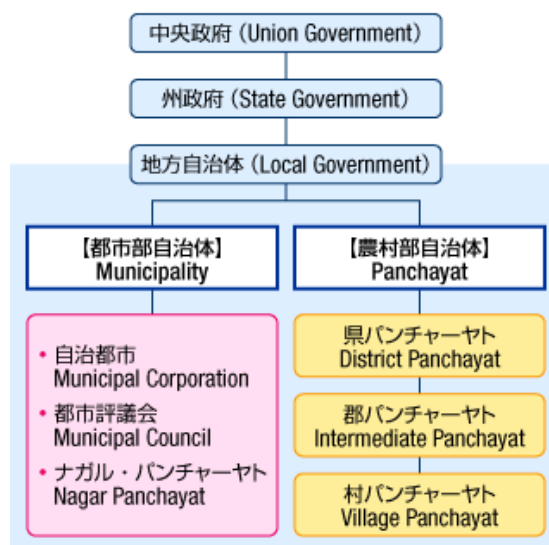
インド憲法は、中央政府、州政府、地方自治体の 3 つの行政階層を定めている。また、都市部と農村部にはそれぞれ異なる制度が導入されており、農村部自治体はさらにその内部において 3 層構造をとっている。現在、28 の州と 7 つの連邦直轄領がある。州は、地区 (District)、さらに、ブロック (郡等) に分けた組織・機構を有する。

国防、外交、通信、通貨、関税等と基幹的な社会資本（鉄道、国高速道路、電力、主要港湾等）等の国家全体に関することは中央政府の管轄で、法秩序の維持（治安、警察）、公衆衛生（上下水道）、保健、教育、農林漁業に関する法制化の権限、交通基盤整備（州高速道路、主要港湾以外の港湾）、農林漁業基盤整備（灌漑、漁港）等は州の管轄である。

経済・社会計画、社会保障、貿易、産業、電気事業等の立法権は中央政府と州政府の共管事項とされている。

---

<sup>11</sup> (2)～(4)1) : 国土交通省「各国の国土政策の概要」をもとに整理



出典）国土交通省

図 2-18 インド憲法が定める行政階層

## 2) 州政府による事業費の負担<sup>12</sup>

州政府はインド鉄道の運営する地方鉄道、ならびに都市鉄道会社の運営に対し、費用の一部を負担している。

高速鉄道計画に対する費用負担については具体的な計画は持っておらず、中央政府によるF/Sの完了を待って判断するという立場である。

## 3) 用地買収

用地買収は、州政府の責任のもと行われる。ただし、具体的な路線や駅の位置については、中央政府による計画に従うとしている。

例えばグジャラート州政府は、高速鉄道と在来線間の乗り換え利便性だけでなく、用地買収の最小化を図る観点から、高速鉄道の新駅を在来線の駅に併設し、また高速線を在来線の敷地幅内へ建設するとする構想を有している。

## 4) 関連開発計画

州政府は独自に都市開発計画や特別経済区（SEZ：Special Economic Zone）への産業誘致、工業指定地域などの開発計画を有している。

<sup>12</sup> 2)～4)： JICA 調査団調査結果（州政府へのヒアリング結果）

---

### 2.3.5. 我が国の高速鉄道技術に関するインドの理解及び我が国の協力に対する期待<sup>13</sup>

日本の新幹線に対する評価は、①安全性、②定時性、③快適性、サービス、輸送力に対する評価が高い。

また、従事する人材の能力について評価が高い。特に安全性に関する人材教育を高く評価しており、維持管理と運営に従事するスタッフの訓練の重要性について認識されている。

その他、シミュレーション技術などの研究開発の水準の高さ、計画から運営に至る事業全般における関係機関（国、事業者、自治体等）の連携に対する評価が高い。

日本は半世紀に及ぶ高速鉄道運行の実績と、最先端の高速鉄道技術を有する国として、重要なパートナーとみなされている。日本に対しては今後、資金援助、また軌道構造、都市部での施工技術、車両、信号及び管制システムに関わる技術に関わる技術支援、ならびに人材育成への協力が期待されている。

---

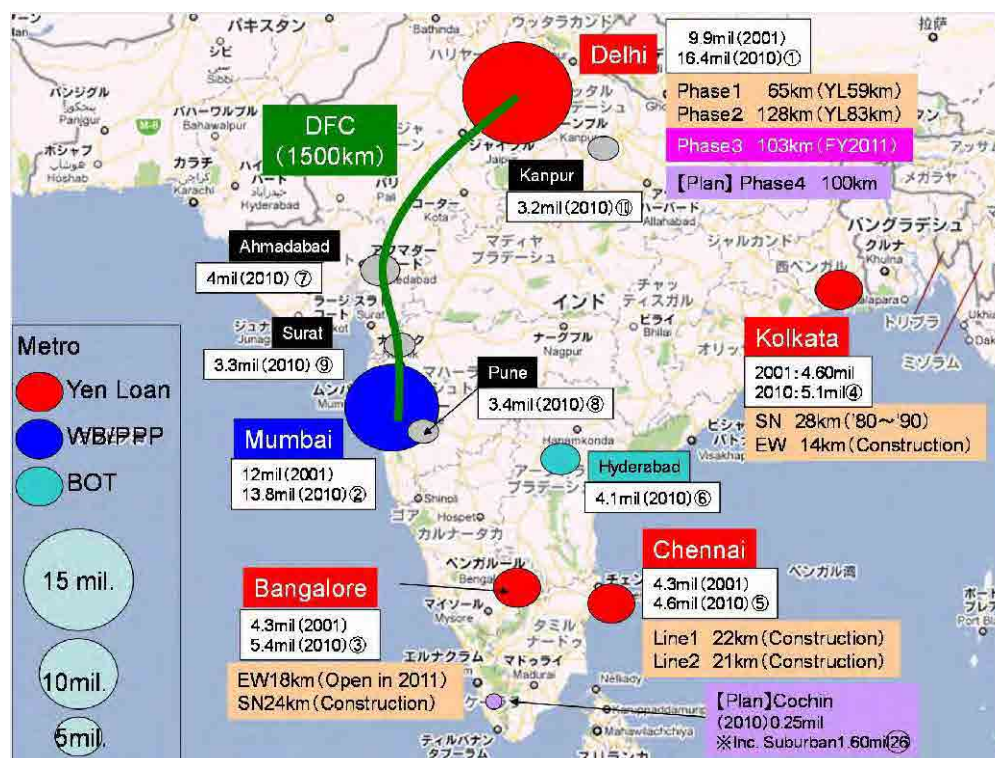
<sup>13</sup> IR、RDSO スタッフへのアンケート結果（本邦研修、2011 年 12 月実施）

---

## 2.4. 日本の支援・関心の動向等

### 2.4.1. インドに対する各国の支援状況

下図は、インド国内の鉄道セクターの支援状況を概観したものである。インドに対する各国の支援状況は、以下のとおりである。



出典) JICA

図 2-19 インドに対する主な支援

#### (1) 日本

わが国は、インドに対する支援の重点目標を ①経済成長の促進（電力、運輸等）、②貧困・環境問題の改善、③人材育成・人的交流の拡充（人材育成、人的交流、日印知的交流等）としている。<sup>14</sup>

外務省では、インド国内 6 大都市圏を中心に、交通渋滞の緩和、大気汚染対策などの環境保全を通じた地域経済の発展、都市環境の改善に資する、大量高速輸送システム、環状・放射道路をはじめとした都市交通インフラ整備への支援を進めている。

また、インド国内 6 大都市圏やデリー・ムンバイ間に位置する経済特区（Special Economic Zones: SEZ）や経済回廊などの産業集積地域を中心に、地域経済開発の促進、物流効率化、外国資本による投資拡大に資する、幹線鉄道・道路、大規模空港・港湾をはじめとしたインフラ整備への支援を進めることとしている。<sup>15</sup>

JICA では、2009 年度インド国別援助実施方針において「経済インフラ整備を通じた持続

14 外務省「対インド国別援助計画」2006 年 5 月

15 外務省「対インド事業展開計画」2011 年 6 月

---

的経済成長の支援」を援助重点分野の一つとして掲げ、幹線鉄道・道路、大規模空港、港湾をはじめとしたインフラ整備への支援を進めることとしている。特に、都市鉄道を含む鉄道セクターを対インド支援における主要セクターとして重視している。

鉄道セクターにおいては、貨物専用鉄道建設計画（DFC）（2010年3月にフェーズ1の本体借款、同7月にフェーズ2のE/S借款を締結）、デリー高速輸送システム建設計画（フェーズ2）（第五期）、コルカタ東西地下鉄建設計画（第二期）を行っている。

経済産業省では、インドにおける高速鉄道に関する本邦技術及び運行ノウハウの活用により、我が国の鉄道関連産業の国際競争力の向上と成長を通じて、我が国経済の成長を牽引することを目的として、「低炭素型・環境対応インフラ/システム型ビジネスのコンソーシアム形成等支援事業（インド国における都市鉄道分野基本設計書作成）」を実施した。

国土交通省においても、「平成22年度 インドにおける高速鉄道構想の案件形成に関する調査」、「平成23年度 インド南部における高速鉄道構想の案件形成に関する調査」において、新幹線システムのインドにおける優位性と活用可能性を検討すべく、基礎的な情報収集及び現地調査を行っている。

## **(2) アジア開発銀行**

アジア開発銀行（ADB）は、インドの鉄道システム整備を支援するため、最大5億ドルのマルチトランシュ型融資を決定した（返済期間25年、猶予期間5年）。ADBの策定した「鉄道セクター投資プログラム」では、既存路線の延伸、複線化、電化のほか、信号システムの新設など、総額約11億ドルの事業費が見込まれており、ADB支援を差し引いた残額6億4400万ドルは、インド政府が負担することとされている。<sup>16</sup>

## **(3) 世界銀行**

ムンバイ都市交通プロジェクト（Mumbai Urban Transport Project）として、世界銀行の協力を得て、総額452億6千万ルピー（9億4300万ドル）の投資計画が進められており、列車の増発、複々線化、スピードアップ、新型車両の導入等により、輸送力の増強と混雑緩和（9両編成で3,000人にまで乗客数を抑えることが目標）を目指している。

インド財務省は2011年10月27日、世界銀行がインド貨物専用鉄道会社（DFCCIL）の行う鉄道建設事業に、9億7,500万米ドルを融資する契約を交わしたと発表した。<sup>17</sup>

### **2.4.2. 鉄道セクターにおけるJICAの支援スキーム**

#### **(1) 鉄道セクターにおけるJICAの重点支援項目**

2010年3月に公表された「JICA 運輸交通分野課題別指針」においては、鉄道分野に関わ

---

<sup>16</sup> ADB 発表（2011年9月） <http://beta.adb.org/news/adb-500-million-loan-boost-indian-railways-jp>

<sup>17</sup> 各種報道をもとに整理

る目標と主な取り組みを、以下のように定めている。

表 2-7 鉄道分野（全国交通）に関わる目標と主な取り組み

分野	目標	中間目標	サブ目標	主な取り組み
全国交通	国土の均衡ある発展	鉄道輸送の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 幹線鉄道の整備</li> <li>● 維持管理の強化</li> <li>● 規格化・標準化</li> <li>● 経営改善・民営化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 全国交通 M/P 策定</li> <li>● 軌道、補修施設の新設・リハビリ</li> <li>● 車両供与</li> <li>● 技術規準策定</li> <li>● 国鉄経営合理化・民営化に係る技術移転（専門家派遣、本邦研修等）</li> </ul>

出典）JICA「課題別指針＜運輸交通＞」2010年3月をもとに整理

## (2) JICA の支援スキーム

インドにおける高速鉄道事業化に向けて活用可能な JICA の支援ツールとして、以下のものがあげられる。JICA の強みである、様々な支援ツールの組み合わせにより、事業の上流から下流まで継続的に関与することで、日本の技術の優位性を生かした支援が可能である。

- ①マスタープランの策定から設計、施工、維持管理、運営に至る、プロジェクトの上流から下流までの全般におけるプロジェクト経験
- ②軌道、車両、システム、修理工場整備、運行管理や制度、運営に関わる指導、人材育成、技術基準の策定など、ハード・ソフトの両面にわたる広範なプロジェクト経験
- ③無償資金援助、円借款、海外投融資など様々な資金調達ツール
- ④技術協力、専門家派遣、本邦研修などの人材育成ツール
- ⑤政府機関、融資機関、事業者、メーカー、商社、施工業者、コンサルタントなど鉄道事業関係者とのコネクションの活用

インドにおいては、技術協力など、資金リスクの少ない協力を優先することが考えられるが、事業へ参画しないとシステムに対する発言権が得られないため、最初の路線への日本規格の導入を目指した取り組みが重要である。例えば日本の中古車量の輸出など、他国で実績のあるスキームの活用も考えられる。

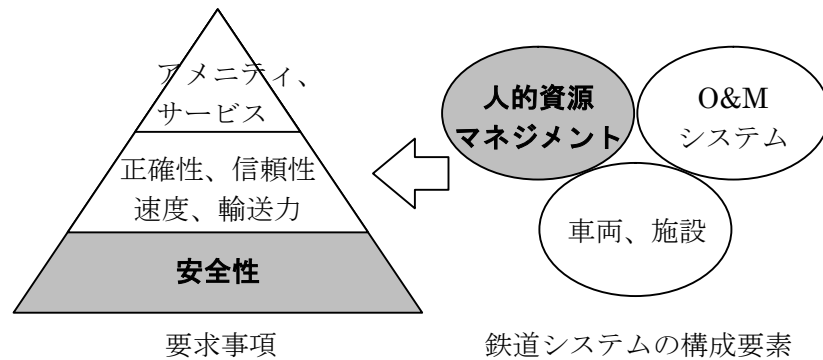
### 2.4.3. 鉄道セクターにおける重要な支援分野

#### (1) 人材育成の重要性

鉄道システムの安全性は、鉄道輸送の根幹をなす重要な要求事項である。鉄道の安全な運行には鉄道システムのハード・ソフト面での質の向上、適切な維持管理ならびにヒューマンエラーの防止が必要であり、人的要因の占める部分が多い。従って、質の高い鉄道システ



ムの海外展開においては、組織体制や人材の能力向上のための取り組みが欠かせない。



出典) JICA

図 2-20 鉄道プロジェクトにおける能力強化の重要性

インドには高速鉄道運営の経験が無いため、JR のような日本の鉄道事業者からのアドバイザーの派遣により、運営組織体制の構築支援が必要である。例えば JICA の海外投融資などにより高速鉄道を運営する SPV（Special Purpose Vehicle：特別目的事業体）の設立に融資・出資するとともに、JICA 専門家を派遣して人材育成を行うといったことも考えられる。また、NHSRA への JICA 専門家派遣により、高速鉄道事業の運営に関わるキーパーソンに対する人材育成を進めることも重要である。

## (2) 継続的な支援の重要性

相手国の組織体制や人材の能力向上に向けては、JICA の有する様々な人材育成ツールの活用が必要である。

下表は、JICA の支援スキームの中で考えられる、人材育成への取り組みの例を整理したものである。プロジェクトの基本計画の段階から様々な支援の機会を捉え、JICA や関係機関の人材育成ツールを活用し、継続的に人材育成を行っていくことで、高速鉄道事業における本邦技術導入の素地を構築していくことが必要である。

表 2-8 JICA による継続的な人材育成への取り組み（例）

段階	スキーム	協力の内容	人材育成への取り組み（例）
技術協力	M/P、F/S 策定	基本計画・長期開発戦略策定 技術規準・システム仕様策定	事業者の能力強化 O&M 会社設立支援 日本の技術規準導入の素地
	人材育成、組織強化	専門家派遣 本邦研修等	現地鉄道関係者の能力強化 教育プログラム策定 訓練施設建設 本邦技術の活用（安全）
	資機材供与	車両供与 訓練機材等供与	日本のシステム採用の素地 本邦技術の活用（E&M）
資金協力	有償資金協力	設計、調達・入札支援 施工監理	土木構造物、軌道建設 本邦技術の活用（土木、電気）
		車両輸出、製造能力強化支援 車両基地・工場建設	日本のシステム採用の素地 本邦技術の活用（E&M）

（JICA 資料をもとに整理）

## 2.5. 本邦企業の動向<sup>18</sup>

### (1) 本邦企業による海外高速鉄道計画への対応動向

世界各国で高速鉄道が計画・整備される中で、日本政府が掲げる経済成長戦略の一環として、新幹線システムの海外輸出戦略が進められている。現在、日本政府は、ブラジル、アメリカ合衆国、ベトナムへの新幹線システム導入を推進しており、さらにその次の対象国として、インドや南アフリカなどへの参入も検討している。

本邦企業の高速鉄道海外展開戦略は、下表に示すとおりである。

表 2-9 本邦企業の高速鉄道海外展開戦略

国	概要	参加企業	対応の動向
ブラジル	リオデジャネイロ～サンパウロ～カンピーナス (約 510Km)	三井物産、三菱重工業など	7/11 入札、応札企業なし。ブラジル陸運庁は入札を 2 段階に分け、鉄道建設技術のある事業体と運営事業者による第 1 弾の入札を年内にも行う方針を表明。 日本企業連合の今後の対応は不明。
ベトナム	ハノイ～ホーチミン (約 1,600Km)	F/S はコンサルタント 5 社の JV 住友商事、三菱重工業、三菱商事、川崎重工業 JR 東海が研修生受入れ	5 月下旬、先行着工を目指すハノイ～ビン間 (282Km)、ホーチミン～ニャチャン間 (382 Km) の F/S 開始。F/S 結果を見極め、越政府は国会にプロジェクトの修正案を提出する方針。
米カリフォルニア州	サンフランシスコ～ロサンゼルス (約 1,300Km)	JR 東日本、川崎重工、住友商事、日本車両製造、日立製作所、三菱重工業	「ミニ新幹線」の耐火性や耐久性を米国仕様に改良した車両技術を売り込む。メーカーが車両の設計・製造、JR 東は運行管理ノウハウの提供、住商は情報収集や調達、管理を担う。
米テキサス州	ヒューストン～ダラス～サンアントニオ (約 780Km)	JR 東海はフルーア (米)、バルフォアビティ (英) 米法人との提携に基本合意。本邦企業は三菱商事、東芝ほか 11 社が協力	JR 東海が事業可能性を模索。 将来はオクラホマ、アーカンソーへの延伸構想もあり テキサス高速鉄道協会によると、2020 年開業を念頭、新幹線導入にも前向きとのこと。

(JICA 調査団)

### (2) 本邦企業の高速鉄道海外展開戦略の動向

日本鉄道車両輸出組合 (JORSA) へのヒアリング結果によると、本邦企業は各社毎にその特性を生かすことの出来る分野・地域に、それぞれのターゲットを定めて事業展開を行っている。日本の大手車両メーカーにおける対応状況を JORSA へのヒアリング結果よりまとめると、以下のとおりである。

18 JICA 調査団調査結果 (JORSA および企業へのヒアリング結果)

- ・製造業者各社は、高速鉄道車両投入が全て完了、また在来線含めた新線建設がなくなる予定となっている 2012 年以降、日本国内需要が頭打ちとなることへの準備を始めている。たとえば海外と国内の売り上げ比率をみると、川重 50%、日立 40%、近畿車輛 70%等の目標を置き、各社共に海外比率を高める努力をしている。
- ・部品メーカーにおいても、海外の車両メーカーに部品を提供することも含めて海外展開をはかっており、近年は車両本体よりも電気品を含めた部品輸出額の方が多くなっている。特に電気品輸出は大きく、本邦企業製品の性能が高いことを示している。
- ・新興国においては昨今、自国の産業育成や雇用促進の観点から、現地での組み立てや現地生産化への要請が多く、DFC 等の計画においても、インド側から関連企業へ現地での組立て生産を視野に入れた計画を要望されているようである。

### (3) インドの高速鉄道に対する本邦企業の関心动向

日本国内では、新規鉄道路線の需要が頭打ちとなることから、各製造業者は海外への事業展開について関心をしめしており、大規模なプロジェクトである高速鉄道についての関心は高い。

インドはブラジルと同様、今後の主要なターゲット国として注目されている。2011 年 12 月 27 日～28 日の野田総理大臣の訪印の際には、日立製作所会長や三菱重工業社長も随行している。また、2012 年 1 月 13 日にデリーで開催された国土交通省主催の高速鉄道セミナーでは、日本車輛、日立、日本信号、京三製作所、JR 各社、KYB、ナブテスコ、住友金属、東芝、三菱電機がブースを出展した。

以下に、国内及びインドにおいて日本の車両・電気品メーカー等へヒアリングした結果をとりまとめる。

#### 1) インドの高速鉄道計画に関する関心

- ・現在の 6 路線についてはプレ F/S の段階であり、今後の動向を見守っている状況であり、将来の具体的な参画のイメージを持っているわけではない。

#### 2) インドの高速鉄道計画への参画にあたっての課題

- ・インド側の資金調達の安定性が不透明であり、高速鉄道事業への参画にあたっての重要な判断要素である。
- ・高速鉄道の運営まで含めて考えた場合、運賃収入が現地貨であるため為替リスクが大きいという問題がある。
- ・インドでは航空運賃が安く、高速鉄道の運賃も低く抑えられる可能性があり、採算性が課題となりうる。

---

### 3) 想定される参画形態、契約形態等

- ・ 上下一体式の場合、土木部分の事業費が巨額であり、完工リスクなども考えると、上下分離が参画の前提となると思われる。参画の形態としては、事業体への出資や部品供給よりも、システムインテグレータとしての参画が望ましいと思われる。
- ・ STEP 案件として日本規格のシステムが採用されるのが望ましい。

### 4) 技術移転や現地法人等に関する考え方

- ・ インドには、国産を奨励する政策として「みなし輸出便益」(Deemed Exported Benefit)があり、国産と認定されれば輸入税を返還する制度がある。従って、車両メーカーのインド市場への参入においては、現地生産が必須の課題と考えられる。
- ・ 現地法人設置における障壁の一つに雇用問題がある。インドにおいては、カースト制度への配慮などの特殊事情があるものの、概して真面目であり、また原動機の製造などインド国内でも実績のある分野では、十分な技術力を有しているとのことである。
- ・ 現地企業の人材確保においては、雇用に対するインセンティブの付与が重要である。インドでは転職が当たり前の感覚として存在し、官から民への人材流出も、インドではごく普通のことである。ボンバルディアの現地工場では、技術者の転職防止のため、閑散期においても給与を支払い、雇用を維持している。
- ・ 人件費が年 12~13%の割合で上昇しているとのことである。
- ・ 税制が複雑でかつ頻繁に制度が改定されることへの対応が、日本人には難しい。
- ・ 過去の日本製品の現地生産化において、トラブルへの迅速かつ誠意ある対応が高く評価されており、良質のアフターサービスも現地生産においては重要な競争力となる。

### 5) 日本政府に期待する取り組み

- ・ 高速鉄道事業は巨額のプロジェクトであり、官民一体での日本連合の組成を想定している。
- ・ 官民一体での本邦技術を活用した高速鉄道の海外展開として、また応札条件として実績のあるシステム採用を前提と考えた場合、日本としては新幹線システムがふさわしい。保守まで一体契約となると、JR の協力が不可欠であると認識している。
- ・ 民間事業者の参入を容易にするためには、民間事業者への事業リスク負担軽減について、案件形成の段階で先方政府との合意形成が重要である。
- ・ 日本の規格が排除されないよう、政府レベルでの調整が必要である。
- ・ 日本タイドの円借款や JBIC など低金利の投資金融、NEXI の貿易保険、また FTA による関税撤廃に期待している。また、E/N の段階で免税措置などを明記しておくなども必要である。

## 2.6. 諸外国の支援・関心の動向等

MOR によると、インドの高速鉄道計画に対しては、国際的な高速鉄道事業者や鉄道コンサルタント企業が関心を示しているとのことである。具体的な国名として日本、中国、韓国、スペイン、フランスを挙げているが、具体的な借款や融資の計画は確定していないとのことである。<sup>19</sup>

なお、中国は 2011 年 8 月に行われた第 6 路線の入札説明会（Pre-bid Conference）には不参加であった。

インドとフランスは 2008 年 5 月に軌道と信号通信技術での協力に関わる覚書を締結しており、フランス国鉄（SNCF）はこれまで、客車の火災シミュレーションソフトウェアの開発、路線 1（プネ～ムンバイ～アーメダバード間）のプレ F/S、ムンバイの Chhatrapati Shivaji ターミナルの再開発計画に関与してきた。最近の報道<sup>20</sup>によると、インド Dinesh Trivedi 鉄道大臣とフランスの Thierry Mariani 運輸長官率いる代表团との会談において、インド鉄道の近代化に関わる本年 5 月までの契約を、さらに延期することで合意した。

都市交通の分野では、フランスのヴェオリア・トランスポール社がムンバイ地下鉄 1 号線の事業主体「ムンバイ・メトロ・ワン」への出資、地下鉄を運行する「ヴェオリア・トランスポール・インド」の設立を行っている。

---

19 JICA 調査団調査結果（MOR へのヒアリング結果）

20 The Economic Times, 2012 年 3 月 2 日付

---

### 3. 高速鉄道に関わる日本の技術の動向、特徴

---

### 3. 高速鉄道に関わる日本の技術の動向、特徴

#### 3.1. 基本的な考え方

高速鉄道技術を海外に展開する形態としては、以下の2つの方法に大別される。

- ・車両や機器等として個別システムで展開する
- ・構造物・軌道・車両・電力・信号システムを含めた全体システムとして展開する

前者の個別システムでの展開は、国内の個々のサブシステムサプライヤー毎に、既にいくつかの国で取り組まれ実績も多い。サプライヤーは、発注者または主契約者から提示される製品仕様に基づき、その品質・価格で競争力を発揮することが前提となる。

インドのように、新規に高速鉄道を建設・運営する計画においては、高速鉄道は莫大な費用を要する国家プロジェクトであり、またサブシステム同士が相互に関連する統合型システムであることから、後者の方式がとられ、国家間の受注競争となる可能性が高い。本邦企業が参入する場合を想定すると、個々のサプライヤーの任意な連合という形では、日本の新幹線技術が他国との競争に打ち勝ち海外展開をすることは厳しく、政府レベルでの何らかの関わりが不可欠であると考えられる。

技術的な視点から、高速鉄道システムをいわゆるフル・システムとして展開する方法については、以下の2つのタイプが考えられる。

- ・既に日本等で実績があるものをそのまま展開する
- ・国内展開等で培った技術をベースに、システム全体を再構築し展開する

我が国の新幹線システムは、「高速旅客専用新線（高規格新線方式）」というコンセプトのもとで、日本の自然環境・社会環境等の周辺環境に合わせて最適なシステムとして発展してきたものであるが、現行の日本の新幹線技術仕様を、そのままインドに適用することが、かならずしもインド側が望む最適なシステムとはならない可能性がある。また、システムの技術仕様は、インドの高速鉄道に要求される特性、線区の自然条件や需要、最高速度などの建設基準に合致するとともに、インドの鉄道技術基準、環境基準等にも適応する必要がある。インドに展開するにあたっては、日本の新幹線システムの特徴と強みを十分理解した上で、インドの状況を把握し、そのニーズに合わせてシステムを再構築し、提案することが重要である。

そのため、まず「我が国新幹線システム」の特徴を概観し、さらにインドの高速鉄道ニーズについて整理し、それに基づいて「本邦技術が活用可能な協力内容についての提案」を検討することが必要である。



---

## 3.2. 我が国の新幹線システムの特徴と強み・優位性

### 3.2.1. 新幹線システムの特徴

現在、世界各国で運営されている高速鉄道は、以下のタイプに大別される。

- ◆ 高規格新線方式：増大する需要に応えるため、高速鉄道の新線建設し、旅客輸送を在来線から転移するとともに、在来線の輸送力を貨物輸送等に活用し、旅客・貨物の輸送力を飛躍的に増大する。
- ◆ 在来線活用方式：既存路線を有効活用し一部に線路改良を行い、高速列車の導入による時間短縮効果により他の輸送機関からの転移を図る。路線は多様な列車で共用し、また車両は異なる鉄道システムの路線をまたがり運行する。この場合は、線区の輸送力は、基本的には増加しない。

高速鉄道のパイオニアである新幹線システムは、高規格新線方式の典型的なシステムであり、高規格新線として、在来線や他交通機関との平面交差を排除した「高速旅客専用線」を建設し、「電車方式」の採用、統一化された列車性能、車内信号方式、信頼度の高い運行・保安システム、運行とメンテナンスの分離等、当時の鉄道において画期的なコンセプトを導入した最新技術の開発・適用により、鉄道システムの再構築をおこない、世界ではじめて高速鉄道システムを確立した。

特に「高速旅客専用線」方式と信頼度の高い「保安システム」により、衝突事故を徹底的に排除したコンセプトがその特徴である。これにより車両の衝突強度を抑制し、あわせて「電車方式」を導入することで車両の軽量化をはかった。また電車方式は、軽い軸重と高い加減速度の実現にも寄与している。「高速旅客専用線」の新規格線による広い車体幅の採用と「電車方式」により、大きな列車定員を実現し、また性能の統一化された列車で専用線を運行することで高密度の輸送を可能としている。

これらにより、世界で最も高い安全性・安定性・輸送効率・省エネルギーの高速鉄道システムを確立した。また新たな輸送力の提供により、沿線地域の人・物・仕事・生活等の結びつきを強め、経済発展に大きな貢献をしてきている。

最近では、最高速度の向上が進むにつれ、ヨーロッパの鉄道も専用新線や電車方式へのシステム移行が進められているが、当初よりこの方式を追求してきた日本の新幹線システムは他国のシステムに比較し十分な優位性がある。

### 3.2.2. 新幹線システムの強み

新幹線システムは以下の強みを有する。

#### a. 高い安全性・安定性

専用線方式と信頼度の高い保安システム、運行とメンテナンスの分離等により、世界一高

い安全性「開業後 47 年以上乗客の死亡事故ゼロ」、安定性「列車当たりの平均遅延時分 1 分以下」を実現している。

b. 効率性・大量輸送

列車定員の増大と高密度運転（ピーク時 4 分間隔、折り返し時分 12 分）により、世界に類を見ない効率的な高速大量輸送を実施している。また、より列車定員を増大する全車 2 階建ての高速車両も運行されている。

c. 低コストの地上インフラ

車両の軸重低減は、地上インフラへの負荷を低減する。高い加減速性能は、連続急勾配や都心部などへの急曲線への対応力に優れ、最適な路線選定が可能となる。また独自の火災対策による複線トンネルを主体とした小断面トンネルなどにより、建設コストの低減を図っている。

d. 環境適合性

厳しい日本の環境基準（騒音・振動等）を車体構造や地上設備の改良などによりクリアし速度向上を達成してきた。高い環境適合技術は都心部やトンネル部の速度向上や建設費のコストダウンにも寄与する。

e. 省エネルギー・低環境負荷

大量輸送、軽量車両と優れた主回路・回生ブレーキシステムにより世界一少ない運行消費エネルギー・CO2 排出量を実現している。

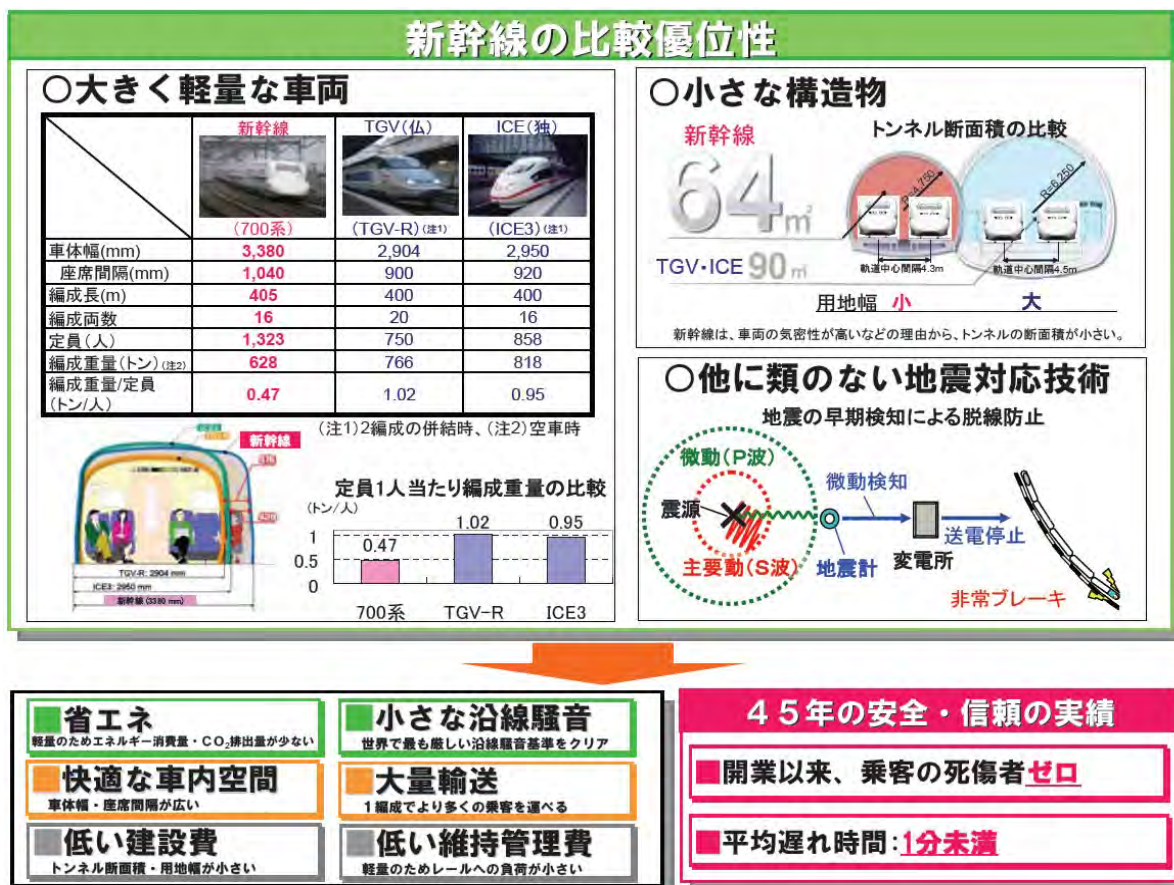
f. 快適性

新幹線車両は、電車方式と広い車体幅の採用により乗車定員の最大化を図っている一方、座席間隔（シートピッチ）は大きく、リクライニングシートや回転座席など高い車内快適性を実現している。

g. 在来線への乗り入れ技術

新幹線システムは、基本的には高速専用線と都市圏ネットワークにより総合的な交通体系を構築しているが、一部の線区ではヨーロッパの高速鉄道と同様の在来線への乗り入れ運行を行っており、この技術も確立されている。

これらの新幹線システムの強みを簡潔にまとめたものとして、国土交通省「鉄道国際戦略室の設置について」の添付資料「新幹線の比較優位性」があるので、下図に示す。



出典) 国土交通省ウェブサイト:「鉄道国際戦略室の設置について」添付資料

図 3-1 新幹線の比較優位性

### 3.2.3. 新幹線の優れたシステム要素技術

統合型システム技術である新幹線システムは、以下のような優れたシステム要素技術に支えられている。

- a. 土木・軌道システム：スラブ軌道、地震検知による緊急停止システム
- b. 車両システム：軽量化構造、気密構造、環境適合性、連続急勾配走行性能、自動回転座席、在来線乗り入れと分割併合システム
- c. 電力・信号・通信システム：交流 AT 電方式、パターン制御デジタル ATC システム、列車運行管理システム、デジタル LCX
- d. チケット・自動改札技術
- e. メンテナンス及び指令システム：運行とメンテナンスの分離、高速計測車、常時監視と中央指令システム

#### 3.2.4. 運営技術と人材育成

統合的な技術システムである高速鉄道プロジェクトの実現のためには、計画（システム及び路線選定）から設計、建設、運営・維持管理、人材育成、資金計画等、ハード面のみならず関係する広範囲な分野にわたる検討が必要になる。前述の優れた要素技術は、主に建設フェーズまでに実現されるハード面でのシステム技術要素についてまとめているが、プロジェクトの成否は、建設後の運営・維持管理による要素も大きい。この点における日本の新幹線システムの卓越性は、「開業以来、乗客の死亡事故ゼロ」の高い安全性と「最高時4分間隔での稠密ダイヤ下における平均遅れ時間1分以下」の輸送の安定性に裏づけられている。高速鉄道プロジェクトの成功には、鉄道事業者に保有されているこれらの運営ノウハウと、これを支える人材育成等も含めた技術移転が重要な鍵となる。

ただし、これらのソフト技術は、ハード技術と独立して確立しているものではなく、日本の鉄道事業者が持つこれらの運営ノウハウを活用するためには、その前提となるハード技術が、鉄道事業者の保有するものに合致している必要がある。

### 3.3. インドの高速鉄道ニーズと鉄道技術の現状

#### 3.3.1. インドの鉄道技術の現状

##### (1) インド国鉄

インド国鉄は、1853 年に創業し、現在は総営業キロ 63,974km<sup>1</sup>、140 万人の従事員を有する世界に類を見ない巨大な鉄道事業者である。さらに現在でも輸送力の拡大を計画しており、大規模なプロジェクトが数多く進行している。

表 3-1 進行中のプロジェクト

Category	Number of works in progress	Length in Kms	Cost in Rs. Crores (as per sanctioned cost)
New lines	109	11985	50405
Gauge conversion	51	7380	17309
Doubling	126	4822	11748
Electrification	21	3201	2766
DFC project	2	3289	50,000
MTP	7		10,912
Total	316		143,140

出典) インド鉄道ビジョン 2020

しかし、その設備水準は旧式のものが多く、現在の電化率は約 3 割、列車は電気及びディーゼル機関車けん引列車が主体である。特に安全運行の最重要要素である列車保安システムについては、ATS-P と同レベルの装置（TPWS: Train Protection Warning System）等が試行的に導入されているものの、列車の在線を軌道回路により検知する自動閉塞方式は、デリー・ムンバイ・コルカタ等の大都市近郊エリア等に採用されているだけであり、全般的には Absolute blocking system と呼ばれる、駅間を一閉塞とする方式が主体である。また保安装置も十分に設備されていないため、運行は駅係員と運転士の注意力に依存しており、このため大規模な列車事故が、日常的に発生している。

<sup>1</sup> 2011 年 4 月 1 日時点 (MOR)

表 3-2 インド国鉄列車事故発生状況

Year	Collision	Derailment	L-Xing accidents	Fire in train	Total	Incidence of accidents per million train kms.
1960-61	130	1415	181	405	2131	5.50
1970-71	59	648	121	12	840	1.80
1980-81	69	825	90	29	1013	2.00
1990-91	41	446	36	9	532	0.86
2000-01	20	350	84	17	473	0.65
2001-02	30	280	88	9	415	0.55
2002-03	16	218	96	14	351	0.44
2003-04	9	202	95	14	325	0.41
2004-05	13	138	70	10	234	0.29
2005-06	9	131	75	15	234	0.28
2006-07	8	96	79	4	195	0.22
2007-08	8	100	77	5	194	0.21
2008-09	13	85	69	3	177	0.20

Note: The total also includes accidents under the miscellaneous category apart from the four categories shown in the table.

出典) インド鉄道ビジョン 2020



(JICA 調査団)

図 3-2 ガラスが割れたまま運用される列車

特に、踏切事故が頻発している。また在来線の特急電車に、投石等による窓ガラスの割れなどが散見される。これらの事象は、高速鉄道においては致命的な事故につながる恐れもあり注意する必要がある。

また 610mm、762mm、1000mm、1676mm の各種ゲージが混在していることも、重要な特徴である。幹線系においては広軌（1676mm）が主体であり、現在このゲージへの改軌も進められている。

仮に、在来線を改良による高速鉄道の運行を検討する場合、遅れた技術水準、低い安全性、広軌の存在に留意する必要がある。



## (2) インドのメトロ

インドでは大都市における自動車交通の混雑緩和、公共大量輸送網の整備の観点から、デリー、ムンバイ、チェンナイ、バンガロール等の諸大都市においてメトロプロジェクトが進められている。2012年2月現在、デリー・コルカタ・バンガロールにてメトロが運行されている。特にデリーメトロは、利用者の増加、路線の拡大等極めて良好に推移しており、インド国内における成功事例として、他都市のプロジェクトにも大きな影響を与えている。



出典) Delhi Metro H.P.

図 3-3 デリーメトロの概況

デリーメトロの建設は、1998年に開始された。インドには、すでにコルカタメトロが開業していたが、この建設は工期の遅れ、予算の大幅な増額等大きな問題があった。デリーメトロでは、DMRC(Delhi Metro Rail Corporation)が、この経験を生かして対応しスムーズに建設が進み、2002年に開業した。

また、鉄道システムとしては、インド国鉄の在来線の技術レベルから飛躍し、電車方式、ATCシステム、OCC（運行管理センター）の導入など最新の地下鉄システムを導入した。これらにより、現在ではピーク時約3分間隔での稠密で安定した運行を達成している。

ゲージに関しては、デリーメトロでも在来線への乗り入れ等の議論があり、当初（フェーズ1の1、2、3号線）は、広軌（1676mm）でスタートした。しかし、フェーズ2から標準軌（1435mm）を採用した。これは、標準軌の採用により車両の国際標準化によるコストダウン等を志向したことに因っている。また、これ以降インド国内の他都市のメトロも標準軌を

採用している。

デリーメトロは、インドの鉄道関係者においても、近年の鉄道プロジェクトの最も成功した事例として認識されている。

### 3.3.2. インドの高速鉄道ニーズ

インドは急激な世界最高水準の経済成長が続いており、それに伴い鉄道輸送需要は旅客・貨物ともに大幅な増加が見込まれている。また、「インド鉄道ビジョン 2020」では、鉄道は、「国家の発展と統合の牽引車：Railway as a vehicle of Inclusive Development and National Integration」と位置づけられ、増大する交通需要に対応するため、旅客と貨物の分離や、鉄道のネットワーク拡大と輸送力の増大が掲げられている。

また、以下のキーワードでその課題が示されている。

- ◆ ネットワークの拡大 (Network Expansion)
- ◆ 輸送能力の増大 (Capacity Creation)
- ◆ 安全と事故防止 (Train Safety Mission – Zero Tolerance for Accident)
- ◆ 環境適合性 (Reducing the Indian Railway's Carbon Footprint)

高速鉄道に関しては、2020 年までに少なくとも 4 路線のプロジェクトの実現と、さらに商都や観光地、巡礼地等を結ぶ 8 路線の計画を行うこととしている。具体的な高速鉄道計画路線として、現在 6 路線（第 2 章 表 2-6、図 2-14 参照）が示されており、MOR によりプレ F/S が順次実施されている。

今回実施した本邦セミナーにおけるインド側からのプレゼンテーションでは、高速鉄道のニーズは、以下のシナリオで示されている。

1. 経済発展による人口増と都市化の急速な進展
2. 大都市内および都市間（大都市と準大都市）の輸送需要の急増
3. 航空・道路輸送の逼迫とエネルギー問題の発生
4. エネルギー消費量の小さい鉄道輸送の必要性
5. 道路と比較した高速鉄道の土地面積あたりの輸送効率性への期待

これらを踏まえると、特に、高い「省エネルギー性能」と、土地収用等の負担が少ない「コンパクトなインフラ」が、インドの求める高速鉄道の重要な特性として位置づけられていると考えることが出来る。

また「インド鉄道ビジョン 2020」では、高速鉄道に関しては、以下の記述がある。

『高速鉄道計画は莫大な投資が必要であり、この投資に見合うには十分な乗客を乗せて、5～10 分間隔での運行がすることが必要とされる』



---

このように、インド高速鉄道プロジェクトの経営的な成功のためには大量の乗客需要を前提にする必要がある。そのためには、中所得者層も利用可能な、低額の料金設定が要求され、「大量輸送力」「高頻度のダイヤ設定」「建設費の削減」と「安い運行経費」などがインドの高速鉄道に必要とされる特性となる。

また自然条件に目を向けると、インドは北インドを中心に地震の頻発国の一つであり、本調査においても、早期検知等の地震対応システムだけでなく地震災害に対する復旧方法等も含めた日本の地震対策に高い関心が示された。地震対策の確立も、インドの高速鉄道のニーズの一つとして認識しておく必要がある。自然条件では、高温多湿な気候、ほこりや塵埃の多い環境等にも留意する必要がある。

高速鉄道計画の具体的な進め方についても、「インド鉄道ビジョン 2020」において触れられており、以下の記述がある。

『インドでは2つの方向で高速化を検討しており、

- 1) 在来線を活用した 160km/h～200km/h の準高速化
- 2) 最先端技術を用いた 250km/h～350km/h の高速線の建設

によるものである』

本調査を進める過程で、MOR の関係者から「在来線の準高速化」と「高速新線建設」の場合の仕様の差異等について質問がよせられた。このことから、MOR においてはこの2方式についての優先順位は結論がでておらず、各種データを収集のうえ、今後検討が進められるものと推測される。

以上の情報を整理すると、インドでは鉄道的高速化は「準高速化」と「高速化」の二つの方法で検討している。このうち最高速度 250km/h 以上の高速鉄道は、最先端技術を適用した「高速旅客専用線」で実施する方向である。この高速旅客鉄道に求められる特性としては、

- ・安全性、安定性
- ・大きな列車当たり輸送力
- ・列車間隔 5 分程度の稠密運行
- ・省エネルギー
- ・土地収用の少ないコンパクトなインフラ
- ・建設費の低減 と 安価な運行コスト
- ・地震対策の確立

にまとめられる。

安全性、環境適合性、大量輸送力と稠密ダイヤでの安定性等を優れた特質とする日本の新幹線方式が十分に技術的優位性を発揮できる方向にあると考えられる。

### 3.4. 高速鉄道の技術システムの選定プロセス

現在、インド国鉄が選定する高速鉄道計画の6路線についてプレ F/S が順次進められている。2012年3月14日の鉄道大臣の予算演説によると、これら6路線に加えて、デリー～ジャイプル～アジメール～ジョードプル間の調査を今年中に実施するとされている。なお、路線1（プネ～ムンバイ～アーメダバード）については現在、予算計画の最終化に向けて作業中である旨言及されている。

また、インドの高速鉄道プロジェクトの推進機関としての役割を持ち、運営形態や技術基準等を策定する NHSRA が設立される計画である。本調査によると、高速鉄道システムのシステム選定や技術基準等の策定は未だ行われておらず、6路線のプレ F/S の報告結果を待つて、RDSO の助言にもとづいて、NHSRA が検討のうえ、策定されることとなっている。

このため、これらのプレ F/S レポートにおいて、前述の日本の新幹線技術の強みをアピールし、計画の最上流から新幹線システムが展開しやすい環境づくりを行うことが重要である。

---

### 3.5. インドと日本の鉄道基準の乖離、本邦技術の比較優位性の明確化

#### 3.5.1. 車両及びシステム

##### (1) 本邦技術の比較優位性

新幹線システムは、「高速旅客専用線」のコンセプトと信頼度の高い「保安システム」により衝突事故を徹底的に排除し軽量車体の「電車方式」を導入することで、安全、安定、効率的で環境に優しい高速旅客輸送を実現した。また、軽い車両は土木構造物等の負担を減らし、建設費の削減にも寄与している。

新幹線システムの安全性、輸送の安定性は、「開業以来 47 年間以上の旅客死亡事故ゼロの継続」・「一列車当たり平均遅延時分 1 分以下」の 2 つのシンボリックな実績で示されている。

以下では、高速鉄道プロジェクトの「運営経費」と「建設費」の削減に寄与する「輸送の効率性」と「建設基準」の 2 つの特性について新幹線システムの優位性を検証するため、各国の高速鉄道システムと比較する。

これにより、高速鉄道プロジェクトの健全経営という視点においても、新幹線システムが大きな優位性を有していることを示す。

##### 1) 高い輸送効率・エネルギー効率

近年各国で用いられている主要な高速車両システムの基本諸元の比較を表 3-3 に示す。

大量輸送性能の指標としては、1 座席当たりの列車長が特徴的な指標となる。欧州仕様では、車両限界上の制約もあり、5 列の座席配置が不可能なため、幅広車体を適用した新幹線方式が圧倒的に優位にある。

最近では、欧州メーカーも中国向けの車両に見られるように 5 列仕様車を製作し、乗車人員の拡大に関しても新幹線システムを追随してきている。またアルミ合金を用いた軽量電車システムへの移行をはかることにより、軽量化を進めている。しかし、軽量化技術は単に車体材料によるものだけではなく、台車や動力機器等を含め装備されるすべての装置の総合的な技術力により達成されるものである。高速鉄道の導入時からこの方式を追求してきた日本のメーカーが優位性を維持している。

運行のエネルギー消費量は、走行抵抗低減のための車両形状や動力システム、ブレーキシステムの効率などの性能差も寄与するものの、マクロ的には次の指標で評価することが出来る。

- ・ 乗客一人当たりの列車重量（編成重量/列車定員）
- ・ 乗客一人当たりの出力

この数値によれば、軽量化技術に優れる日本の新幹線方式は、エネルギー効率の点では、現在も十分な優位性を有しており、運行コストの削減・低環境負荷の視点でも競争力を示している。

表 3-3 代表的な高速鉄道のエネルギー効率比較

Series	N700	E5	E4	TGV-R	TGV-D	AGV11	Velaro E	Velaro CHR3	Zefiro V300	Zefiro 380
Country	Japan	Japan	Japan	France	France	Italy	Spain	China	Italy	China
Supplier	Hitachi/ Kawasaki/ Nippon Sharyo			Alstom			Siemens	Bombardier		
Max. Op. Speed (km/h)	300	320	240	320	320	300	300	350	300	350
Train length(m)	404.7	253.0	201.4	200	200	200	200	200	202.0	215.3
Train width(mm)	3360	3350	3380	2904	2896	2900	2950	3260	2924	3328
Formation	14M2T	8M2T	4M4T	2L8T	2L8T	6M5T	4M4T	4M4T	4M4T	4M4T
Type	EMU	EMU	EMU	Loco	Loco	EMU	EMU	EMU	EMU	EMU
Single / Double-deck	Single	Single	Double	Single	Single	Double	Single	Single	Single	Single
Passenger Capacity	200	55	54	120	197	97	141	66	N.A	N.A
	1123	658	763	257	348	349	264	491	N.A	N.A
	1323	731	817	377	545	446	406	557	600	664
Train weight :Tare (ton)	635	452	428	383	380	384	439	447	500	462
Max. Axle load (loaded)	11.2	13.1	15.9	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Power : Train (kW)	17000	9600	6720	8800	8800	9400	8800	8800	8800	9800
Train length/seat (m/seat)	0.306	0.346	0.246	0.522	0.367	0.448	0.493	0.359	0.337	0.323
Train weight/ seat (ton/seat)	0.480	0.618	0.523	1.016	0.697	0.861	1.081	0.802	0.833	0.695
Power / seat (kW/seat)	12.85	13.13	8.23	23.34	16.15	21.08	21.67	15.80	14.66	14.83

(JICA 調査団)

---

## 2) コンパクトな構造物

新幹線システムでは、「電車方式」を採用することで列車重量を軽量化し効率的な輸送を実現しているが、この優れた電車技術は、地上の土木構造物にかかる負担を軽減し、インフラ建設コストの削減にも寄与している。まず、軸重の軽さは、構造物の耐荷重性能を抑制することが出来る。欧州仕様の車両は、最大軸重 17t が標準であるのに対し、新幹線車両では 12t 程度となっている。

また新幹線システムでは、欧州規格より幅広の車体を採用しているが、車両の気密構造や優れた先頭形状技術により、軌道中心間隔やトンネル断面積は標準的な欧州仕様のシステムに比較して逆に小さい。

- ・軌道中心間隔 (日本：4.3m が標準 / 欧州：4.5m から 4.8m が一般的)
- ・複線トンネル断面積 (日本：63.5m<sup>2</sup> が標準/ 欧州：80 から 100m<sup>2</sup> が一般的)

これらの特性は、自然条件や環境規制値等が同条件の場合には、コンパクトな構造物の建設に寄与し、建設費の削減に貢献することとなる。

### (2) インドに新幹線システムを導入するうえで想定される課題

日本の新幹線システムは、「高速旅客専用新線」の基本コンセプトを前提に、高信頼度の保安システム(ATC)、車内信号システム、CTC システムおよび電車方式等の最適システムを適用し発展してきたものである。しかし、これらの前提が異なると（例えば、既存線への乗り入れが必要となり、大きな車体強度が求められると、新幹線の軽量アルミ車体では対応が厳しくなるなど）強みと弱みが逆転するケースもある。

インドにふさわしい高速鉄道システムの導入にあたっては、これらの前提について充分に確認する必要がある。

他にも高速鉄道システムの基本仕様（システム選定および建設基準等）を策定する上での重要要因としては

- ・既存線への乗り入れ有無（建築限界・車両限界・軌間・保安方式・電力方式・衝突強度等を在来線の基準に合わせる必要があり）
- ・火災対策（車両用材料・非常口構造・駅構造・トンネル構造・換気基準等に係る）
- ・夜行列車の有無（保守方式・信号方式・構造物基準等に係る）
- ・環境基準（トンネル断面等構造物基準、車体形状および防音カバー等車体構造に係る）
- ・異常時の単線運転の扱い（信号方式等に係る）

等がある。

特に既存線乗り入れは、最も重要な要素である。前述の車体強度に加え、インド国鉄道の特徴でもある広軌での高速鉄道は、今までに例のないものである。また走り装置という安全上

最重要な部位の設計変更にもかかわる開発課題である。このため、広軌における高速鉄道技術の可能性や課題などを前広に検討する必要がある。また、インド国鉄の既存線の車両限界が日本の新幹線よりも小さいことを考慮すると、日本の新幹線の特質の一つである 5 列シートの可否にもかかわってくる課題もある。以下に主な課題への技術的な対応について記述する。

### **(a) 広軌（1676mm）対応**

現在までの調査では、「インド高速鉄道計画」に関しては高速旅客専用線、スタンダードゲージの適用が決定したとの重要情報が得られている。しかし、一部には在来線への乗り入れを要望する意見もある。

高速鉄道では、標準軌（1435mm）が一般的であり、1676mm の広軌の高速鉄道はいまだ実績がない。仮にこの方式が採用された場合には、新規に高速台車を開発する必要がある。この場合には以下の課題がある。

軌間が拡大することにより高速安定性は増す方向になるが、輪軸が長くなるため、輪軸及び台枠に関してより大きな強度が必要となり、台車全般にわたる設計の見直しが必要となる。しかし、車体幅を現在の新幹線と同程度と考えた場合には、この程度の軌間の拡大では、ボルスタレス台車の空気ばね位置や変異は大きく変わるものにはならない。専門家によれば、そのため基本設計そのものは、既存の知見を利用することで通常の高速車両用台車の新規設計と同等の期間で対応できると想定されるが、動的性能確認や耐久強度の確認試験には相應の期間が必要となる。また、台車高速試験のための設備も新たに必要となる。これらのことを考慮すると、通常の高速台車開発より年単位での追加開発期間が必要となる課題である。本課題に関しては、他国のサプライヤーとも同等の条件であるが、情報収集につとめ、仮にこの方式が必要な場合には、迅速な対応が必要とされる。

### **(b) 車体幅が従来新幹線と異なる場合への対応**

我が国の新幹線の車両限界車体幅は 3400mm であり、最新の高速車両である E5 系の場合、曲線通過時の車体傾斜等を考慮して車体最大幅を 3350mm としている。この車体幅の中で、座面幅 440mm での 5 列シート、通路幅 570mm を構成している。インド国鉄の場合、在来線車両限界が 3250mm であり、新幹線よりも狭小の設定となっている。

車両限界と車体幅の違いについて、図 3-4 に示す。E5 系断面の車両最大幅は 3350mm であるから、インド国鉄の車両限界と比較すると、床面 1.5m 程度から床下にかかる部分が車両限界を超えることとなる。そのため、高速鉄道にインド国鉄在来線で使用されている車両限界が採用された場合、車体の一部変更が必要となる。

また大量輸送を想定した場合の 5 列シートの検討であるが、車体幅を 3250mm とした場合、E5 系の腰掛をそのまま配置すると、通路幅は 470mm、車体外板と腰掛の間の寸法は 115mm

となる。インド国鉄在来線の LHB coach では通路幅 451mm で構成されている車両があることを加味すれば、多少の修正により E5 系と同等の腰掛を搭載し、車両が構成可能であると考えられる。(図 3-5 参照)

以上より、日本と同等の車両限界が採用可能な場合は、現在の日本の新幹線の車体艤装を使用できるといった利点や、より快適な車内空間を実現できるといった観点から本邦企業には望ましいことであるが、仮にインド国鉄の車両限界とした場合でも、車体の一部変更により、5 列シート的高速車両を構成することが可能であり、新幹線システムの大きな列車定員という優位性は失われまいと考えられる。

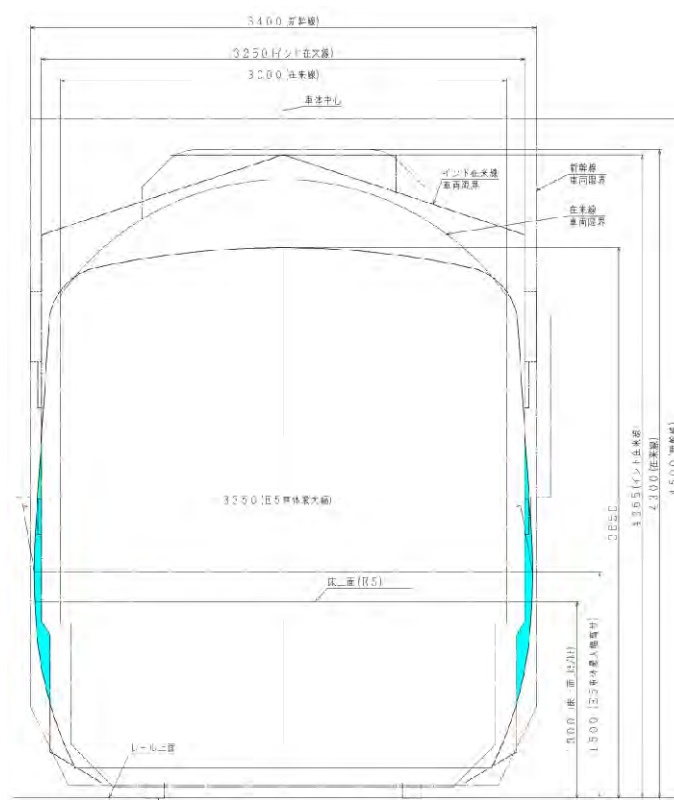


図 3-4 インド国鉄と我が国新幹線の車両限界比較および E5 系断面図

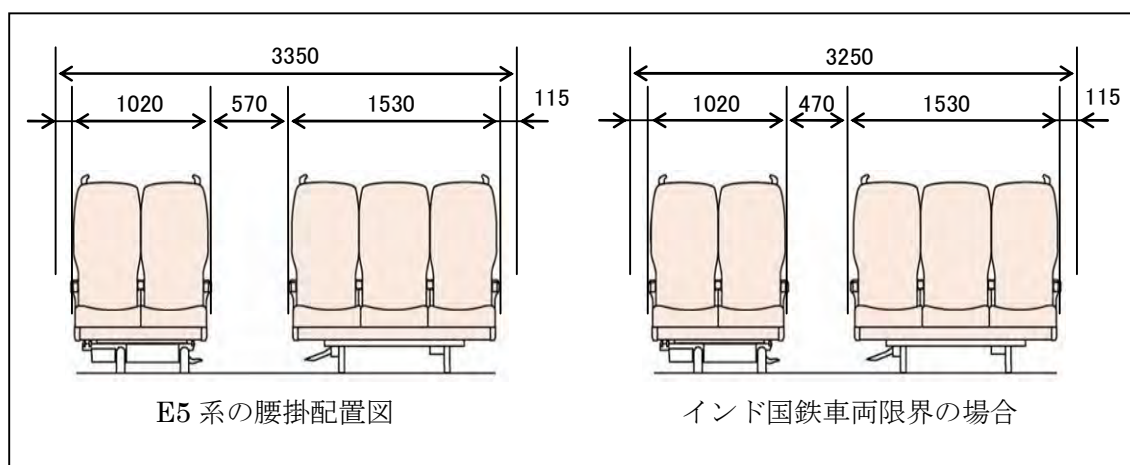


図 3-5 インド国鉄車両限界内に E5 系座席を配置した場合の検討図

### (c) 衝突安全性への対応

欧州規格等では列車同士が衝突した場合に備え、衝突安全性を確保するように規定されている。衝突安全性を考慮した場合、車両にクラッシュブルゾーンを設定し、衝撃を吸収する構造とすることにより、旅客や乗務員等の安全を確保しなければならない。

インドの高速鉄道に欧州規格に準ずる規格が採用された場合、シミュレーションと実物大モデルでのエネルギー吸収を証明する必要がある。

衝撃吸収構造とするためには、先頭構体、車体台枠の連結器部、車体妻部等にクラッシュブルゾーンを設定する方法が一般的である。車体台枠については、台車部～連結部までの剛性を上げるとともに、連結器、緩衝器部に衝撃が吸収できる領域を設け、妻部にも衝突した場合につぶれる空間を形成する必要がある。

インドの在来線では EN15227 (European Norm 15227: Railway applications –Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies) の規格が採用されている。この規格では旅客車両は次の4つのカテゴリー

- C1:国際列車、国内列車等、固定編成列車
- C2:踏切がない専用線を走る近郊電車（メトロ等）
- C3:道路を共有する路面電車
- C4:道路に面する専用線を走行する路面電車

に分類されており、この規格がそのまま適用されれば、高速鉄道はC-1 カテゴリーの以下の4つの衝突シナリオを考慮し設計しなければならない。

- シナリオ1 同じ条件の列車同士での速度 36km/h での衝突
- シナリオ2 質量 80 トンの貨物列車と速度 36km/h での衝突
- シナリオ3 踏切での質量 15 トンの障害物と速度 110km/h での衝突
- シナリオ4 自動車、動物等小さい障害物との衝突

車両構造は乗りあがりを防止する構造とし、衝突時の減速度についてはシナリオ1、2については5G、シナリオ3については7.5G以下とする必要がある。

サバイバルゾーン（客室）については、圧潰しない構造とすることとされている。また乗客等が常にいない車端の出入台付近はクラッシュブルゾーンとして活用するため、定められた基準値以下での圧潰が認められている。

一方、日本の新幹線車両には衝突安全性に関する規定はない。新幹線車両では、新在直通用の新幹線車両については、踏切がある在来線区間に直通するため、踏切事故対策として、速度70km/hで40tの砂を積んだ過積載のダンプカーと衝突した場合の衝突対策を実施している。ここでは、先頭構体および連結器部に設けた緩衝器をクラッシュブルゾーンと設定する



---

ことにより、衝撃を吸収する構造としている。

本邦企業からの輸出関係では、Class395 として株式会社日立製作所からイギリスに輸出されている準高速車両（営業最高速度 225km/h）に英国規格（BS: British Standards）に適合する衝撃吸収構造が適応されている。

衝撃吸収構造を採用した場合、一般的に車両構造が堅牢となるため重量増が見込まれるが、実績から検討すると、車両重量としては 1t 程度（軸重にすれば 0.2t 程度）で構成が可能である。

また、現有新幹線車両をこの規格へ適応することを想定した場合、求められるシナリオに合わせて、Class395 で開発・機能確認された衝撃吸収用緩衝材の本数と配置の見直しを行うことで対応可能と考えられ、これまでの知見を活用することで、設計・シミュレーション・実物大試験等を含め、約 1 年程度の期間で対応が可能と想定される。

#### **(d) 火災対策対応**

火災対策に関しては、高速鉄道に採用される規格により異なるが、使用部位毎に材料の燃焼性を規定することを基本としている日本の規格よりも、厳しくなることが想定される。

これまでの実績では、台湾新幹線では欧州規格が採用されたとのことであるが、700 系新幹線電車の輸出時には、使用材料の変更等により対応を行っている。

英国規格や欧州規格では、実際に燃焼試験を実施する必要がある、燃焼試験を行う場所等についても検討しなければならない。インドの場合、認証機関である RDSO が試験場所となるケースも考えられ、今後の動向への注視が必要である。

また、欧州規格で採用されている初期消火のシステム等については、日本での実績はない。実際に規定された場合、実際に欧州で使用されている消火システムを購入し、取り付けを検討しなければならないと考えられる。

インドの在来線では、以下の 4 つの観点からの火災対策を講じている。

- ① 火災延焼防止に関して
- ② 煙による視界悪化に関して
- ③ 酸素の制限
- ④ 燃焼時の毒性ガスに関して

なお、自動消火システムの設置については、インド国鉄の規定では義務づけられていない。現在は、インド国鉄傘下の各地域鉄道(Zonal Railways)が定めた列車運行ガイドライン（operational guideline）の定めにもとづき、客室内に消火器を備えている。これについては日本の現状と類似している。

我が国の火災対策は国土交通省の定める鉄道に関する技術基準により、各事業者が定めた

実施基準により行われており、事業者により詳細の取扱が異なる。このため欧州規格のような統一された基準がない。この課題は、基本的には基準に適合する材料の選択の問題であり、これにより日本の新幹線車両の特徴や優位性が大きく損なわれるものとは考えられないが、実績の証明や認証等の手続き等については留意する必要がある。

### **(e) 沿線環境対策**

高速鉄道における騒音振動問題に対して、日本は非常に厳しい規制を設けている。特に諸外国と比べて異なる点は、日本はピークレベルの評価であるのに対し、ヨーロッパ諸国は等価騒音レベルの評価であり、実質的に非常に緩やかなものとなっていることである。逆にいえば同条件で評価されれば、日本の新幹線システムの騒音対策は、諸外国に比し優位性をもっている。

また高速列車がトンネルに突入した際に発生する「トンネル微気圧波」に関しても、トンネル微気圧波が引き起こすトンネル出口付近での圧力変動は、トンネルの長さやトンネルの大きさ等にも依存するが、トンネルサイズが狭小であるほど圧力が高くなり大きな音が発生する傾向がある。新幹線の建設基準は、標準的なトンネル断面積が  $63\text{m}^2$  程度であり、 $100\text{m}^2$  のフランス、 $80\text{m}^2$  を超えるドイツに比し、圧倒的に不利な条件下で車両の先頭形状やトンネル緩衝工等の技術でこの課題をクリアーしている。同等の基準への対応を考えた場合、この技術により土木構造物のコストダウンに寄与できる優位性を有しているとも考えることができる。

### **(f) 保安システムの基準にかかわる課題**

現在日本の新幹線で用いられている列車保安システムの主力は、デジタル ATC システムである。事業者により多少仕様は異なるが、システムの基本は以下のとおりである。

- ① 先行列車の在線検知を軌道回路にて行い、列車の停止位置を決定する
- ② 停止位置情報を、軌道回路からデジタル情報で列車に伝達する。
- ③ 車上で、その停止位置までの停止パターンと自列車の速度を比較し、速度コントロールする。
- ④ 自列車の位置検知は、走行データを積算するとともに、地上子（トランスポンダ）からの情報により、補正する。

一方ヨーロッパ諸国では、各国において既存の高速鉄道における保安システムは異なっているが、インターオペラビリティの観点より共通システム(ETCS: European Train Control System)の導入が進められている。導入を容易にするため、3つのレベルが用意されている。

- 
- ① レベル 1 は、列車検知は従来の軌道回路で行い、信号機等の設備も残る。ユーロバリ  
スと呼ばれる地上子で、信号機の現示に対応した速度照査を行う。
  - ② レベル 2 は、列車検知は従来の軌道回路等で行うが、信号現示に関する情報は、GSM-R  
(鉄道専用移動体無線システム) を用いて地上から車上に伝送される。
  - ③ レベル 3 は、地上信号機、軌道回路などはなく、列車の位置検知は速度発電機等で行  
われ、GSM-R で地上にその情報が伝送され、それに基づき列車制御が行われる。地上  
設備が省略でき、また移動閉塞も実現できる。

現在実用化されているのは、レベル 2 までであり、この方式は、機能的には、ほぼ日本の  
デジタル ATC と同等のものである。最大の違いは、地上車上間の情報伝達を軌道回路に因  
っているデジタル ATC に対し、ETCS レベル 2 では、GSM-R という鉄道用に割り当てられ  
た無線に因っている点にある。

これは、日本では

- ・ GSM-R という鉄道専用の無線周波数が確保されていないため、広域無線を利用するた  
めには、事業者は、その許可を受ける必要がある
- ・ GSM-R のような広域無線を列車制御に利用するためには、安全性や信頼性の確保のた  
めの暗号化や健全性のチェックなどの新たな技術的な対応が必要とされる

等の理由により、地上車上間の情報伝達には軌道回路やトランスポンダ等の局所的な無線を  
用いてきたためである。しかし、国外にまで目を向ければ、ETCS レベル 2 に準拠した中国  
の列車制御システム (CTCS レベル 3) の実績を有する本邦企業もある。また国内において  
も、ETCS レベル 3 に相当する J R 東日本の ATACS (Advanced Train Administration &  
Communication System) を開発し、列車無線用の 400MHz 帯の無線を利用して既に実用化を  
果たしている。

これらの実績を考えれば、本邦企業の実力は欧州企業に劣るものではないが、規格への適  
合性や実績の同等性の証明の手続きが弱みとなる可能性もある。

### **(g) 準高速化（在来線活用）と高速旅客専用線の優先度**

在来線を活用し 200km/h 程度の準高速化への改良工事と 300 km/h の高速旅客専用線を新  
たに建設する場合を技術的な要素で考えると、E&M システムについては、どちらの場合も

- ・ 車内信号方式による ATC システム
- ・ 気密構造を持った電車方式
- ・ 交流電化 (25kV) システム

の適用が標準的である。車両の動力車比率やモータ出力、架線の張力等の一部仕様に最高

速度に依存する部分はあるが、システム要素としては基本的に大きな差はない。

また、一般的にプロジェクトコストの過半を占める土木構造物については、踏切事故対応の考え方が、建設コストの大小に大きく影響する。日本では、160km/h 程度以上の速度での運行を行うためには、踏切見通し距離とブレーキ距離の関係による事故防止の見地から、踏切の排除を前提としている。同様の考え方に立てば、在来線改良による準高速化においても、この踏切排除のために相当の土木費用が必要となる。その他の土木関係仕様では、200km/h と 300km/h の速度差に依存する部分は、路線線形上の最小曲線半径と線路中心間隔などの建設基準と騒音等への環境対応技術に限定される。

一方、在来線改良では用地収用は不要なものの、

- ・在来線を運行しながらの改良工事であること
- ・新線建設の場合には、駅中間部は工事しやすい個所のルート選定が可能であるのに対し、在来線改良では路線の大半が都市中心部を通過している

ことなどから、工事施工上の負担も大きく建設費の増大につながるることとなる。

さらに、改良在来線上を機関車列車等の列車重量や速度等の性能差がある列車が運行する場合には、軸重等の建設基準やメンテナンス基準の問題、速度差によるダイヤ策定上の制約等もありコストパフォーマンス上不利になると考えられる。

### **(3) 新幹線システムの強みと弱み（まとめ）**

既述のように新幹線システムは、在来線から全く独立した高規格新線を建設し「高速旅客専用線」とすることで、在来線や他交通機関との衝突を排除し、さらに信頼度の高い「保安システム」を導入して列車の衝突事故を徹底的に排除した。その安全性にもとづいて、車両の衝突強度を抑制し、軽量で幅広の車体を持つ「電車方式」を導入したことに新幹線システムの「強み」の源泉がある。また線区全体の列車運行を一元的に管理する CTC システムが、その後、機能拡大し「運行管理システム」となり、稠密で安定した輸送を支えている。この 3 システムが、日本の新幹線システムの特質を性格付けるキーテクノロジーであり、安全性・安定性・大量輸送力・効率性・環境適合性・省エネルギー性等における新幹線システムの優位性の形成に寄与している。またこれらの特質は、「インド鉄道ビジョン 2020」でも示されているインドの高速鉄道のニーズにも合致するものである。

日本の新幹線技術のインドへの展開を有利に進めるためには、日本の新幹線システムの優位性の源泉である「高速旅客専用線」のコンセプトを、インドが採用することが基本条件である。この前提のもとに優れた「保安システム」「電車方式」「運行管理システム」のキーテクノロジーとこの技術をサポートするメンテナンスやオペレーション等のソフト技術との相乗作用により、日本の新幹線システムの優れた実績が積み重ねてきたことを十分に理解してもらわねばならない。

さらに、新幹線システムの長所を伸展し、その優位性をより強固なものにするためには、

---

本邦企業は、今後とも「保安システム」「電車方式」「運行管理システム」のキーテクノロジーの発展に注力する必要がある。

日本の新幹線路線をとりまく自然環境や社会環境、利用者のニーズは、それぞれの路線毎に様々に異なっている。また時代の変化に伴い、旅客ニーズも多様に変化している。鉄道事業者は、サプライヤーと協働し、常に最新技術を取り入れながら、新たなニーズに応えるべく新幹線システムを継続的に進化させ続けてきた。また本邦企業は、サプライサイドで標準化されたシステムを提供するのではなく、事業者のニーズ、利用者のニーズに合わせて最適化したシステムを提案し提供するという取り組みを続けてきており、ニーズへの技術最適化という点に非常に優れている。これも、本邦企業の強さの一つである。

新幹線の独自のシステムに目を向けると、インドは北インドを中心に地震の頻発国の一つであり、本調査においても、日本の地震対策に高い関心が示された。安全を最優先課題とする高速鉄道においては、その路線の状況に応じて地震対策を行う必要がある。新幹線システムでは、地上側の早期地震検知システムと車両の脱線防止対策技術を確立しており、先の大震災でも、この効果が実証されている。他国に類を見ない地震対応技術は、新幹線システムの重要な強みの一つと考えられる。

一方、弱みとしては、新幹線技術は新たなコンセプトの「高速旅客専用線」として独自に開発され発展してきたため、欧州規格を中心に組み上げられてきた UIC 等の国際標準に合致していないことがある。インドでは、広軌等独自の規格もあるが、多くは旧宗主国英国の影響もあり、欧州規格に基づいている。新幹線技術は、性能においては優れているが、これらの規格・標準への準拠を求められた場合には、その適合性の認証、あるいは同等性の説明等のプロセスに相当のハンディが想定される。特に前述の通り、新幹線技術の強さの源泉である「車両」の衝突強度や「保安システム」と ETCS との関係においてはその影響も大きく、この点に留意する必要がある。

#### **(4) 現地生産に関する他国の取り組み**

技術の裾野が広い高速鉄道プロジェクトにおいては、国内の産業振興、技術力向上等の観点から、技術移転も忘れてはならない視点である。

インド国内には、MOR の傘下に RCF(Rail Coach Factory)等の 5 つの車両関係製作工場がある。また防衛省傘下の BEML(Bharat Earth Movers Limited)においても、メトロ車両等の製作を行っている。また「ビッグ 3」と言われる海外メーカーも、Siemens は台車関係を主体に、Alstom は信号システムを中心に、Bombardier は車両及び電気品等の現地生産工場をそれぞれ有している。一方本邦企業は、現時点ではインド国内に鉄道関係の現地生産拠点を有していない。

このうち、RCF、ICF(Integrated Coach Factory)、BEML および Bombardier の工場について現地調査を行った。

現在のインド国鉄の旅客車およびメトロ車両は、厚板ステンレス鋼板をもちいたものが主体であり、高速鉄道用車両として想定されるアルミ合金は、一部の貨車を除いて用いられていない。

RCF は、この厚板ステンレスを用いたインド国鉄の客車製作が主体の工場であり、電車製作に特徴的な電気品の扱いや電気配線等の経験も少ない。またステンレス溶接のひずみも大きい等、技術的な課題も大きい。

ICF と BEML は、メトロ車両の製作を行っており、電気品の扱いや電気配線など電車製造技術のノウハウを保有している。また厚板ステンレスの溶接技術も一定の水準にあると考えられる。しかしながら ICF については、検査不良の台車部品が場内に山積みになっているなど、品質の安定性に課題があると思われる。

これらの工場が高速鉄道用の車両を製作するにあつては、ステンレス以上に難度の高いアルミニウム溶接や精度の高い高速台車等の製造技術などの大きな課題をクリアーする必要がある。

一方、Bombardier の工場は注視する必要がある。グジャラート州アーメダバード近郊の Savil 地区に車両製作および電気品の製造拠点を持つ。2007 年 5 月にデリーメトロ用車両 340 両の受注を機に設立を決定し、中国等で展開している工場設備・レイアウトを基本に建設され、2 年後の 2009 年 5 月には、早くも第一編成を出場させている。

現時点で 538 人の従業員を擁し、設備能力としてはメトロ車両で月産 32 両の生産能力を保有している。既に技術移転は終了しており、1 名のカナダ人技術専門家を除いては、現地人の採用者で対応している。

標準化と機械化・装置化を中心にしたヨーロッパ流の工場設備・レイアウトであるが、5S、改善提案、工具の形跡管理、目で見える品質管理等日本流の生産方式の推進にも相当注力している。

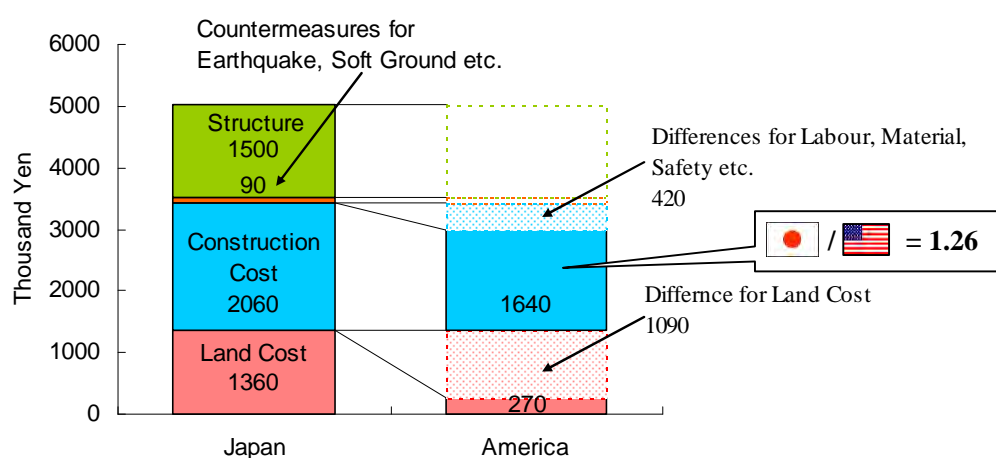
現有工場内には、現在のラインに併設して、新規ライン用のスペースも確保しており、高速鉄道用車両等の受注も視野に入れている様子である。

アルミとステンレス車両との違いはあるとはいえ、最新の電車技術への対応力を既に具備した工場が、インド高速鉄道計画の第 1 路線（プネ～ムンバイ～アーメダバード）の近辺にあることは、技術移転・価格競争力の観点などから、本邦企業の脅威となることは間違いのない。

### 3.5.2. 土木構造物

日本の新幹線システムにおける土木面のコスト競争力は、前述のとおり「専用線」のコンセプトのもと、車両の軽量化や先頭車両形状によるところが大きい。一方、一般的には日本の建設コストは世界的に割高であるという認識がある。

日本とアメリカを例に比較すると、下図に示すとおり、日本では用地費および構造物のコストが建設コストの大半を占めており、工事費格差の大部分は、人口密度や地形などの国土構造の違いによるものである。また工事費自体の差についても主に労務費や、人口密集地における工事安全対策費などによるものである。従って、同条件の構造を前提として比較すれば、日本の建設コストは欧米と同等であるといえる。<sup>2</sup>



(国土交通省「我が国における公共工事コスト構造の特徴」をもとに JICA 調査団作成)

図 3-6 日米の建設コストの内訳

### 3.5.3. 軌道構造（スラブ軌道）の優位性

#### (1) スラブ軌道の概要

スラブ軌道はコンクリート路盤上に軌道スラブと呼ばれるコンクリート製の板を設置し、その上にレールを敷く構造である。スラブ軌道は工場で製作されたプレキャストコンクリートによる軌道スラブを現場に搬入、設置を行うものである。

コンクリートによる軌道構造であることから、軌道狂いが発生しにくい省力化軌道の一つであり、国鉄の取得した特許のなかで、もっとも収益に貢献した例といわれている。

<sup>2</sup> 高速道路を例としたコスト比較。国土交通省「我が国における公共工事コスト構造の特徴」より

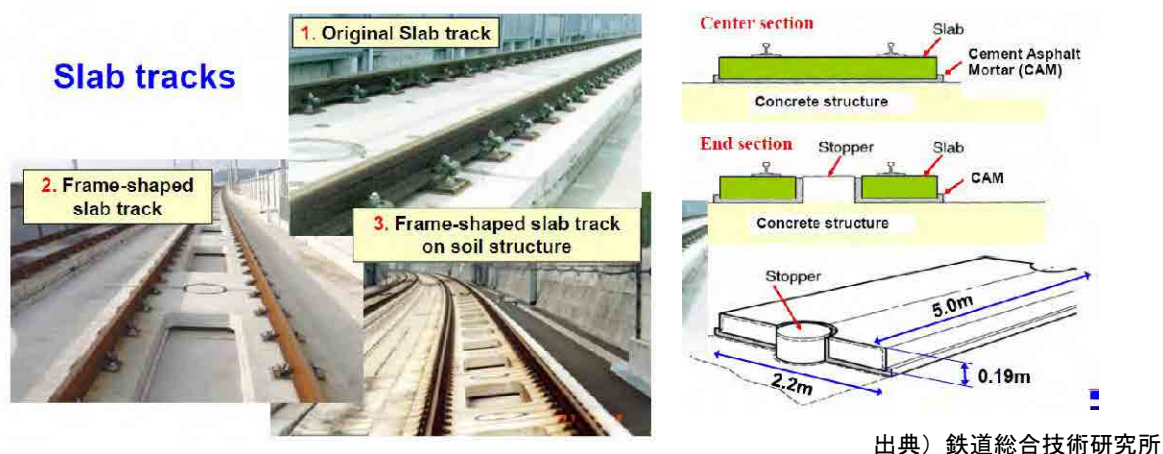
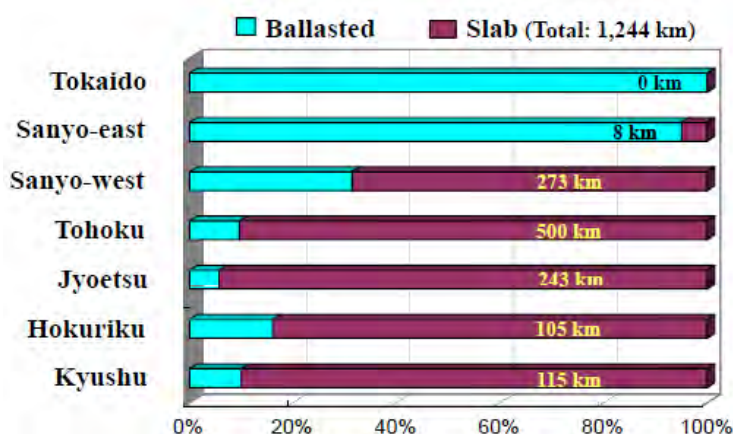


図 3-7 スラブ軌道の概要

## (2) 日本の新幹線における採用経緯

開発当初、軌道スラブの支持方法として「A 形」（剛性路盤上 CA モルタル支持）、「M 形」（剛性路盤上ゴムマット 4 点支持）、「L 形」（剛性路盤上ロングチューブ支持）、「RA 形」（土路盤上 CA モルタル支持）の 4 種類のスラブ軌道が研究された。旧国鉄鉄道技術研究所（現鉄道総合技術研究所）での基礎試験を経て、東海道新幹線などの営業線において試験敷設がおこなわれ、実用化の過程で施工性や経済性などから A 形スラブ軌道の原形が出来上がった。

その後、山陽新幹線における試験敷設を経て標準構造となり、東北・上越新幹線では 8 割から 9 割がスラブ軌道で敷設された。



出典) 鉄道総合技術研究所

図 3-8 日本における軌道構造の採用割合

## (3) バラスト軌道とスラブ軌道の比較

### 1) バラスト軌道のメリット

バラスト軌道には、枕木からの荷重を効率よく分散させ路盤に伝えるので低振動・低騒音であること、排水が良いこと、建設費が安いこと等の利点が多い。

また、バラスト軌道はスラブ軌道に比べ、軌道復旧が容易である。例えばスラブ軌道で、



---

緩衝材の経年劣化や自然災害による構造の破損が生じた場合、コンクリートの打ち直しなど、大規模な修繕工事を要する。しかし、バラスト軌道であれば比較的容易に復旧可能で、また近年では、この作業を自動化したマルチプルタイタンパという保線車両もある。

最新の機械では、機械操作に 2-3 人、その他監視等に 1-2 人で作業でき、一般軌道では 100 メートルを 10-15 分程度でつき固めることができる。

(MATISA 社製 B241)



図 3-9 マルチプルタイタンパの例

## 2) バラスト軌道のデメリット

### (a) 日常保守の増大

バラスト軌道は強度が低く変位を生じやすいため、高速鉄道には不向きで、保守管理に手間がかかるという問題がある。

東海道新幹線においては、建設当時、スラブ軌道とバラスト軌道のどちらにするかで論争となったが、信頼性の観点から従来どおりのバラスト軌道にした結果、保守費用の増大を招いたという意見もある。

日本経済の大動脈である東海道新幹線では、長期間の運休を伴う大規模な改修工事は事実上不可能であり、現在もバラスト軌道のまま運用されている。

一方では、保線機械や検測車の改良が進んだ結果、保守の容易さ、騒音低減などのメリットが評価されるようになり、2004 年に部分開業した九州新幹線では、一部区間で採用されている。

### (b) 雪氷対策

降雪期の鉄道車両下部には氷柱や氷塊が生じやすいが、バラスト軌道の場合にはこれらが車両から軌道に落ちてバラストが飛散し、車両本体や窓ガラスなどを損傷することがある。

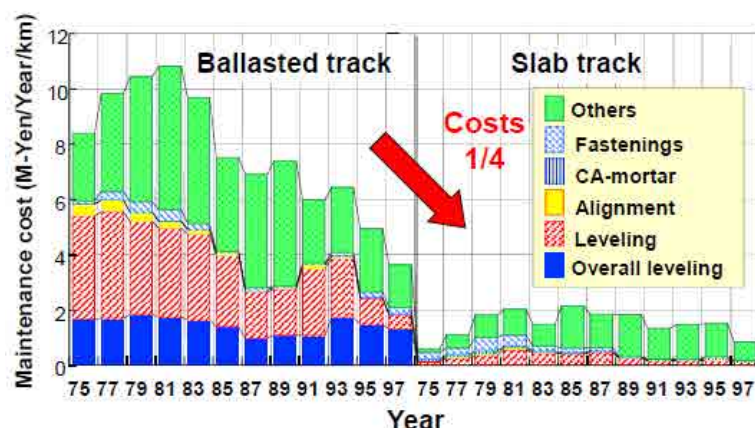
東海道新幹線では、冬季の車体からの氷塊の落下による石跳ねで、窓ガラスの破損事故が多発した教訓から、バラスト軌道の長区間にわたって、バラスト飛散防止シートが敷設されている。

## 3) スラブ軌道のメリット

### (a) 保守の省力化

バラスト軌道は列車の重量・振動などによる軌道の狂いが生じやすいため、定期的な保守管理を必要とする。一方、スラブ軌道は強固なスラブを用いるため軌道の狂いが起こりにく

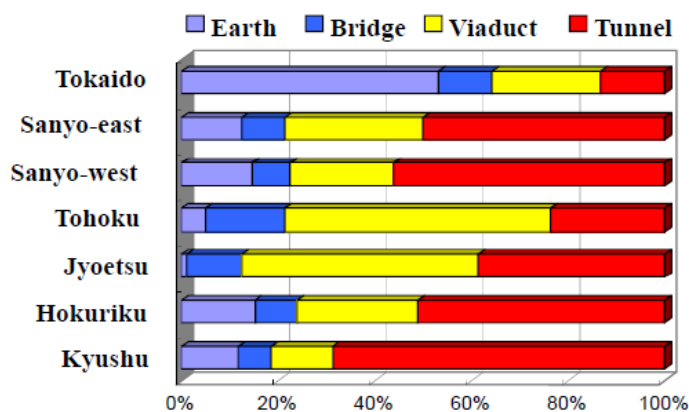
く、保守管理の手間が軽減される。また、構造重量が軽いため、高架橋に用いた場合の高架橋への負荷も低減できる。



出典) 鉄道総合技術研究所

図 3-10 バラスト軌道とスラブ軌道の維持管理費の比較

トンネル構造物が区間の大部分を占める地下鉄では、保守点検作業が少なくなる直結軌道やスラブ軌道を採用していることが多い。近年建設される新幹線ではトンネル区間が少なくないため、スラブ軌道が積極的に採用される一因となっている。



出典) 鉄道総合技術研究所

図 3-11 新幹線の構造種別構成比

## (b) 雪氷対策

バラスト軌道の項で述べた雪氷対策の問題については、スラブ軌道では発生しない。

後年に建設された山陽新幹線以降はスラブ軌道になっている。雪国を走る東北・上越新幹線はスラブ軌道で建設された上、融雪用の温水スプリンクラーも完備している。

#### 4) スラブ軌道のデメリット

##### (a) 大規模修繕の困難

スラブ軌道はバラスト軌道よりも設置費用が高いだけでなく、自然災害などで軌道に狂いが生じた際、これを修正するための時間と費用も増える。

一方、日常の保守については、スラブ軌道ではほぼ不要となり、列車密度と保守作業のコスト、軌道下部構造などによって、コスト面での優劣が異なってくる。

##### (b) 騒音対策の必要性

バラスト軌道と比べると、路盤とレールの間に減衰効果を生む隙間がなく、さらに表面で反射する音も加わるため、列車走行時は車両の内外ともに騒音や振動が大きくなる。そのため、都市部などでは騒音軽減のために、レール間にバラストを敷いている事例もある。

在来線では高架区間に、弾性バラスト軌道やフローティング・ラダー軌道を採用している事例がある。弾性バラスト軌道は、PC まくら木下面に弾性材（ゴム）を取り付け、高架橋の構造物音を軽減するものである。フローティング・ラダー軌道は、ラダーまくら木（縦まくらぎ）を低弾性のばねで支持した防振軌道である。

また近年では、バラストの騒音減衰効果を超える性能を持つ対策工法も開発されている。



出典) JR 九州

図 3-12 スラブ軌道の騒音対策の例（1）



写真-1 吸音パネル(グレーチング)設置状況

写真-2 支持部材に吸音パネル及びグレーチングを設置することで枕木を隠している

出典) 飛鳥建設株式会社

図 3-13 スラブ軌道の騒音対策の例（2）

#### (4) 総括

ひとたび軌道を敷設すれば、軌道構造の抜本的な変更は困難である。スラブ軌道は初期投資において不利であるが、省メンテナンス性に優れた構造である。一方、自然条件や労務条件の違いもあり、またバラスト軌道のメンテナンスの容易さなど、双方にメリット、デメリットもあるため、列車密度と保守作業のコスト、軌道下部構造などの諸条件をふまえた検討が必要である。

表 3-4 バラスト軌道とスラブ軌道の優位性の比較

	バラスト軌道	スラブ軌道
建設費		割高
建設速度		同等
耐久性	劣る。日常点検が必要	
維持管理費	日常点検が必要	ほぼメンテナンスフリー
大規模災害における脆弱性	洪水に対する流失など	
雪氷に対する脆弱性	バラスト飛散防止対策が必要	
大規模損傷時の復旧容易性		路床の再構築に時間を要する
改修の容易性		同上

#### 3.5.4. 耐震補強技術

地震発生国である我が国は、土木構造物の耐震設計、また既存構造物に対する耐震補強技術についても長い経験が培われてきた。2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、日本の観測史上最大となるマグニチュード 9.0、最大震度 7 を観測した。この地震により、東北新幹線の地上設備に被害が出たが、営業運転中の新幹線の脱線は 1 本も無く、また高架橋や橋梁、駅舎、トンネルの崩落などの、深刻な被害は発生していない。

日本の新幹線の土木構造物においては、1995 年の阪神・淡路大震災、2004 年の新潟県中越地震によって鉄道施設が被災したことを踏まえ、以下のような耐震性能の強化策が実施されてきた。

##### (1) 耐震基準の強化

1995 年 1 月の阪神・淡路大震災において、山陽新幹線の高架橋が倒壊する等の甚大な被害が発生したことを踏まえ、土木構造物の耐震基準が強化された。阪神・淡路大震災以降に適用された新しい耐震基準においては、耐震思想を以下のように設定している。

- ◆ 中規模地震（震度 5 程度）：構造物を損傷させない
- ◆ 大規模地震（震度 6 強～7 程度）：早期に機能回復させるため構造物の被害を軽微な損傷に留める



出典) 国土交通省

図 3-14 阪神・淡路大震災(1995 年)における山陽新幹線の高架橋の倒壊状況

## (2) 既存構造物の耐震補強

阪神・淡路大震災以前に建設された東海道、山陽、東北、上越新幹線の土木構造物に対しては、高架橋の柱に鋼板を巻くなどの耐震補強を実施している。また、トンネルについてはロックボルトや覆工板の裏込めにより、トンネル構造を強化している。



出典) 国土交通省

図 3-15 新幹線土木構造物の耐震性能の強化

---

#### 4. 予算及び財源、資金調達見込み

---



## 4. 予算及び財源、資金調達見込み

### 4.1. インド政府の財政状況及び今後の見通し

#### 4.1.1. 国家予算

2011 年～2012 年の MOR の予算総額は 128.1 億ドルとなっており、財源の 47%は中央政府からの支出、46%が市場借入金である。予算の主要な用途は 31 億ドル（約 24%）を車両の製造・更新、21 億ドル（約 17%）を新線建設、14 億ドル（約 11%）を地下鉄建設、12 億ドル（約 9%）を複線化に充てている。



出典) MOR

図 4-1 MOR 予算の内訳 (2011 年～2012 年)

#### 4.1.2. 第 11 次 5 カ年計画における資金調達

インフラ整備資金は中央政府、州政府、民間部門より調達される。2011 年～2012 年の総予算においては中央政府が 37%、州政府が 32%、民間部門が 31%という分担割合になっている。同年の鉄道セクターにおいては中央政府の負担割合は 78%であり、州政府の負担割合は 3%に過ぎない。

中央政府および州政府では、財政支出、内部資金及び借入資金、民間では内部資金及び借入資金からなり、財政支出は全体資金の約 30%であり、大部分は借入資金を前提としている。外部借入資金には民間投資及び PPP 方式による民間投資が含まれる。

#### 4.1.3. 投資計画 (第 12 次 5 カ年計画)

道路の交通混雑とそれに伴う経済損失、環境負荷、交通事故の増大、化石燃料の輸入依存からの脱却、旅客及び貨物輸送速度の向上などを図るため、次期 5 カ年計画となる第 12 次 5 カ年計画において、総額 1 兆ドルの投資を検討している。そのうち、鉄道に 659 億ドル、道路に 1200 億ドル、空港に 147 億ドルに投資する計画となっている。

高速鉄道には 6～8 兆ルピーを政府、民間、融資により投資する計画がある。<sup>1</sup>

1 RITES に対するヒアリング結果 (第一次現地調査)

## 4.2. 高速鉄道資金に関わる政府の意向と課題

### 4.2.1. PPP 方式の概要

鉄道事業は民営事業が中心で、利用者の料金収入で投資回収を行う事業方式が多いため、需要が大きく、利用者の料金負担力が高いなどの制約条件がある。政府のみで収益リスクをまかなうことが困難な事業においては、公共サービスを①政策の策定、②政策の執行（規制、監督主体）、③事業の実施（公共サービス提供）の3つに分離し、事業の実施を民間部門にゆだねる PPP 方式が普及している。

調達・発注方式により、PPP 事業は下表に示すように分類される。例えば BOT 方式においては、民間事業者が事業計画から設計・建設、その後の運営や資金回収に至るまで、一貫して関与することになる。そのため、鉄道事業社は技術力や製品の性能のみならず、鉄道事業の運営ノウハウまで問われることとなる。特に高速鉄道事業は事業規模が大きく、かつ導入国に事業運営のノウハウがないことが多いため、BOT などの事業権入札となるケースが多くなってくると予測されている。

例えばブラジルでは、1.7 兆円の建設から運行・保守までを行う事業権（40 年間）を民間事業者が付与する BOT 案件で、米国カリフォルニア州では保守・運営まで含めたパッケージとして調達する方向で検討中である。

表 4-1 鉄道事業 PPP の調達・発注方式の例

分野	実施主体	事例
車両 部品供給	メーカー	事例多数
車両 部品供給 保守	メーカー (事業者)	・英国 CTRL-DS ・ドバイメトロ 等
車両 部品供給 保守 運行	メーカー 事業者	・台湾高速鉄道
建設 車両 部品供給 保守 運行	コンサルタント メーカー 事業者	・高速鉄道案件 ブラジル、カリフォルニア ベトナム等 ・都市鉄道 インドネシア(ジャカルタ) ベトナム(ハノイ、ホーチミン) 等

出典) 国土交通省

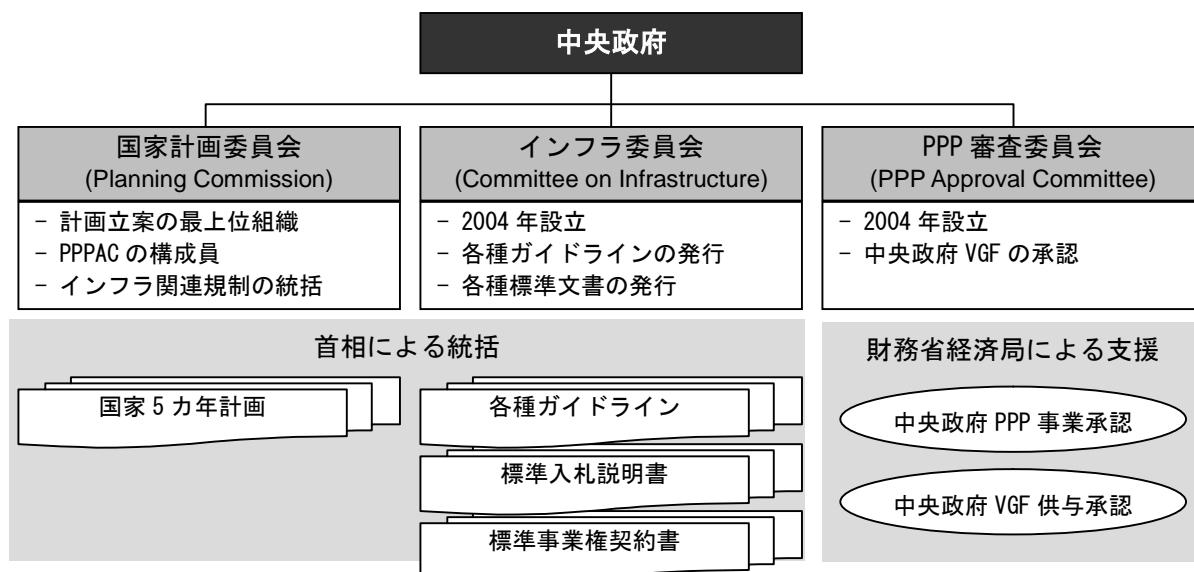
### 4.2.2. インドの PPP 調達制度

#### (1) PPP 推進体制

インド国内の PPP インフラプロジェクトにおいて、セクター横断的な高レベルの管轄権を有する組織は下図に示す「国家計画委員会（Planning Commission）」、「インフラ委員会（Committee on Infrastructure）」、「PPP 審査委員会（PPP Approval Committee）」がある。

全国の PPP インフラ事業に関与する中心機関となるのが、インド財務省経済局 (Department of Economic Affairs) 内に事務局を置く PPPAC である。





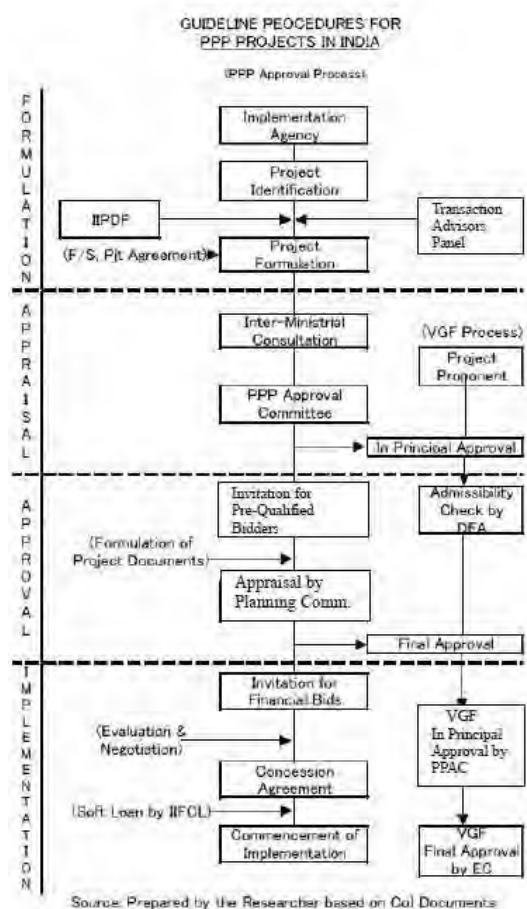
出典) ECFA 第 2 回 PPP 戦略研究会「途上国の PPP 制度の現状と課題」  
2011 年 10 月 (ブライズウォーターハウス・パース 株式会社) (取扱注意)  
図 4-2 インドの PPP 推進組織

## (2) PPP による事業実施プロセス

インドにおける PPP 方式による事業実施プロセスは、右図に示すとおりである。

PPP 方式でインフラ整備を行うためには、前述の PPPAC による審査を受け、PPP 事業としての承認を受ける。PPP 事業の承認には、「基本的承認」と「正式承認」がある。

2008 年 3 月までに PPPAC により承認を受けた案件は 40 案件、総額約 2,700 億ルピーにのぼっている。



出典)「官民パートナーシップ事業発掘形成調査支援事業 (インド共和国)」2008 年 3 月  
図 4-3 PPP 方式による事業実施プロセス

---

### **(3) PPP 事業への政府支援の概要<sup>2</sup>**

承認を受けた PPP 事業の採算性が低い場合は、政府の補助金（VGF）を申請することができる。また、PPP 事業に必要な長期・低金利の融資を行うインドインフラ会社（IIFCL）を設立し、資金を提供している。また、PPP 方式による案件形成を促進するため、財務省はリボルビング資金の提供や財務・法律等の専門家の派遣を行う制度を発足させている。

以下に、各々の支援制度の概要を述べる。

#### **1) インフラ案件形成ファンド（IIPDF: India Infrastructure Project Development Fund）**

州政府及び地方自治体などが PPP 案件の形成を行う際、経費の最大 75% までを無利子により貸し出す制度で、2008 年に設立された。案件が実施に移された場合は、貸出資金は返済され別案件へ再利用される。

#### **2) 政府補助金（VGF: Viability Gap Funding）**

PPP 事業としての財務的な事業採算性が低い案件について、補助金を申請できる制度で、2005 年に設立された。競争入札を通じて選ばれた民間の開発主体が施行する、州または国の PPP プロジェクトにおいて、中央政府から 20%、所轄官庁から 20%、合わせて総事業費の最大 40% まで供与することが可能である。

2007 年 10 月までに 38 案件が申請済みあるいは申請を計画しており、うち 23 案件が「基本的承認」あるいは「最終承認」をうけ、入札段階へ進んでいる。これらの案件で予定されている VGF の総額は約 270 億ルピーにのぼっている。

#### **3) インドインフラ金融会社（IIFCL: India Infrastructure Fund Company Limited）**

IIFCL は、インフラ整備への直接融資または金融機関を通じた間接融資を行うことを目的に、全額インド政府の出資により 2006 年 1 月に設立された金融仲介機関である。

IIFCL はインフラ委員会が目標値として設定した 5 カ年計画に基づくインフラ整備資金を、世界銀行、アジア開発銀行、JBIC などの開発金融機関と協調して提供している。2008 年 1 月までに 77 案件、総額約 1,700 億ルピーの融資が承認を受けている

#### **4) 専門家の派遣（Transaction Advisors Panel）**

財政的な支援のほか、PPP 案件を推進しようとする州政府及び地方自治体などへ、経済・財務・法務面でのアドバイスを行う専門家を派遣する制度（Transaction Advisors Panel）がある。財務省経済局が国際競争入札方式で調達し、サービスを提供する。

---

<sup>2</sup> 国土交通省「インド民間活力活用型インフラ整備（PPP/BOT）に関するリスク管理調査報告書」2007 年 3 月、ECFA「官民パートナーシップ事業発掘形成調査支援事業（インド共和国）報告書」2008 年 3 月、他参照

---

#### 4.2.3. 諸外国における PPP による高速鉄道の運営事例

PPP は海外高速鉄道の建設・運営に重要な役割を果たしてきた。既存情報より、台湾、オランダ、ポルトガルにおける PPP による高速鉄道の運営事例を取り上げ、事例からの教訓を整理する。

##### (1) 海外高速鉄道の PPP 事例<sup>3</sup>

###### 1) 台湾高速鉄道の事例

台湾高速鉄道は色々な意味で、成功たかにみえる。例えば、2006 年から 2009 年までの間に、台湾の鉄道旅客輸送量は 56%増加し、国内航空輸送の旅客数は 53%減少した。また、2009 年には、高速鉄道公司是高速鉄道の利益を人口密度が高いルートの都市交通システムの営業に投資し始めた。

一方で、計画では高速鉄道のインフラ工事の事業費は 100%民間資本金でまかなうとされていたものの、最終的には事業費の約 40%を公的資金により負担することとなった。その要因は、アジア経済危機の際に高い利子で資本金を借りざるを得なくなり、その利子が経営を圧迫するようになり、事業継続の困難に陥った。

###### 2) オランダの高速鉄道事例

オランダの HSL-Zuid 高速鉄道路線は 2001 年から計画が始まり、当時ヨーロッパでは最大の PPP 鉄道プロジェクトとして知られ、PPP 案件として最も大きな評価を受けた。

プロジェクトは下部構造、上部構造および運営の 3 つのコンポーネントに分割された。下部構造は従来の入札方法で業者を調達し、上部構造および運営の部分を PPP 方式でコンセッション会社を設立した。

但し、本案件における民間資本金は、総事業費の 14%しか負担していない。また、プロジェクト工期が 2 年延長され、最終的には事業費が当初計画から 55%増加し、公的資金の投入が必要な事態に陥った。

###### 3) ポルトガルの高速鉄道事例

ポルトガルは、隣国スペインとのインターオペラビリティを前提とした高速鉄道計画を、過去十年以上にわたり計画してきた。計画は 6 つの PPP プロジェクトより構成され、5 つは路線の建設・補修のコンセッション、1 つは全路線の信号・通信のコンセッションである。また、これらと別に、鉄道運営のためのコンセッションも設立された。

しかし、最終的にはポルトガル政府は総事業費の 55%を負担することとなった。また、銀行の要求を満たすために、通常は民間企業が負担するはずの民間資本金の利子変動リス

---

<sup>3</sup> 出典) “High-Speed Rail: Public, Private or Both? Assessing the Prospects, Promise and Pitfalls of Public-Private Partnerships” U.S.PIRG Education Fund, Summer 2011

---

クまで、政府が引き受けることとなった。さらに、ユーロ経済危機も重なり、健全な事業の継続が不可能な状態に陥った。

高速鉄道計画が頓挫した場合、民間企業からの数百万ユーロに及ぶとみられるクレームの支払い、さらに協定によりポルトガル国境までの高速鉄道路線延伸事業を実施している、隣国のスペインとの関係悪化まで懸念されている。

## **(2) 失敗した PPP 高速鉄道プロジェクトからの教訓**

上記事例にみるとおり、100%民間資金で計画された PPP プロジェクトにおいても、様々な要因により事業収益性が悪化し、最終的には公共投資が必要となっている。

高速鉄道の事業計画立案にあたっては、PPP に関わる様々なリスク要因について正しく理解しておくとともに、民間投資のみならず、公共財源からの投資資金調達についても検討しておく必要がある。基本的には PPP とは、将来の需要変動の予測困難も相まって、完全な民営資本での財政的持続性の低い事業形態であることを認識する必要がある。

### **4.2.4. PPP を導入する際の課題**

#### **(1) PPP 事業の脆弱性**

前項に示したとおり、諸外国における PPP による高速鉄道運営の事例を見ると、全ての事例において、以下に挙げるような何らかの財政的な問題を有している。

- 公的資金の投入による政府財政への負担の増大
- 事業の採算性悪化によるプロジェクトの中断
- 近隣国との関係から中断が許されず、収益性の見込みがないまま事業を継続せざるを得ない等

PPP は契約上の構造的問題や不透明性、資金繰りにおける非効率性、世界不況などの外的要因による収益性の悪化（ポリティカルリスク）などのリスクを抱えている。従って、PPP の運営にあたっては、予測不能の財政的な問題に対して、何らかの公的な支援制度の設立が必要条件といえる。そのためには、事業執行主体たる中央政府の事業継続の強力な意思、あるいは国家経済の安定が前提となる。

さらには事業への関与や調達管理の仕組み、不利益を回避するための契約知識の蓄積、また、事業の収益性の向上策や関連事業からの収入の補填など、様々な支援策の導入を検討する必要がある。

#### **(2) 検討事項**

PPP 事業を持続的に運営するためには、対象事業の計画から実施までの各段階におけるリスクの明確化、リスク発生可能性、あるいはリスク発生後の損害を最小化するためのリスク

### 1) 総合的な事業運営環境の把握

事業形成の初期段階においては、これらリスクに対し、事業に関係する政府及び民間機関にて取りうる予防策や支援策を抽出・整理する必要がある。

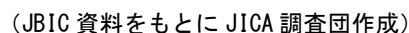


図 4-4 PPP による鉄道事業（上下分離の例）において想定される事業リスク

マスタープラン、F/S の段階においては、事業実施段階で対応が必要なリスクについて、リスク回避策ならびに財政面での支援策についての財務モデルを含む、概略の事業スキームを構築する必要がある。検討課題ならびに留意すべき事項を、以下に列挙する。

表 4-2 マスタープランおよび F/S 段階における検討事項ならびに留意事項

検討課題	留意事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>事業運営環境の把握</li> <li>カントリーリスクの把握と回避策、財政支援策</li> <li>政府と民間のリスク分担を考慮した契約構成</li> <li>関連事業からの収益補填の法的枠組み</li> <li>利用者数の増進、増収策</li> <li>関連事業のビジネスモデル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界的な経済情勢、インドの政治経済情勢に関わる分析が必要</li> <li>インド国内の法制度への提案にかかる手続きへの留意</li> <li>路線通過州における路線構想、関連開発計画、裨益、負担に関わる調整</li> </ul>

(JICA 調査団)

### 3) リスク分担（プロジェクトストラクチャリング）の検討

概略の事業スキーム立案においては、合理的で漏れのないリスクの分担について検討する必要がある。公共部門、民間部門それぞれにおける分担事項は、概ね下表のように表すことができるが、インドの実情に合わせ、各々の項目について関係者との調整のうえ、細部を詰める必要がある。

表 4-3 リスクの種類とリスク分担のイメージ

事業段階	リスクの種類	リスクの例	リスク負担者 (●：主体的な負担者)		
			中央政府 州政府	民間	
				事業者	金融機関
全段階	ポリティカルリスク	行政都合による契約解除等	●		
	マクロ経済リスク	金利・為替変動による負担増加		○	○
	不可抗力リスク	自然災害、紛争等	○		○
	環境リスク	環境影響		○	
	計画 設計 建設	出資リスク		●	
		用地取得、住民移転	●		
		コストオーバーラン		●	
		工事遅延		●	
		完工不能		●	
	運営 維持管理	サブソブリンリスク	●		
		運営・維持管理 リスク	●		
		維持管理契約不履行		●	
	需要リスク	需要・収入減	○	○	

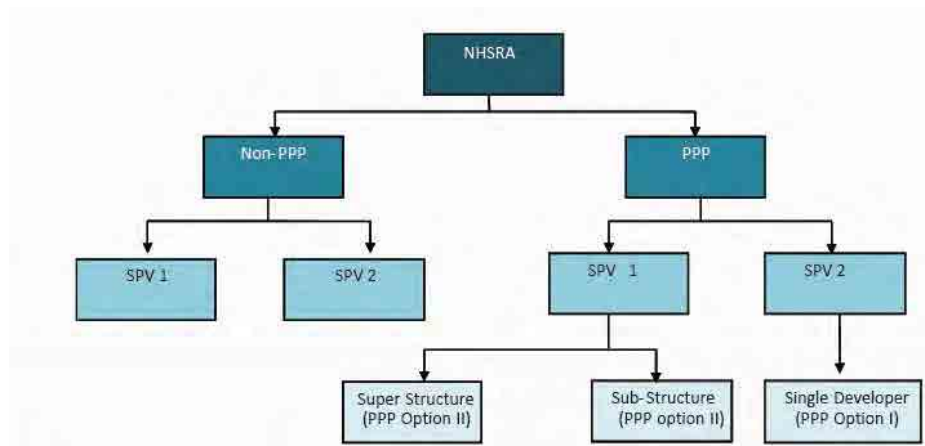
(各種資料をもとに JICA 調査団作成)

### 4.3. 高速鉄道が導入される場合の資金調達見込み

#### 4.3.1. 政府の動向

インド政府は、巨額の高速鉄道事業費の全てを中央政府と州政府によりまかなうことは困難と考えており、PPP による事業モデルを想定している。路線 1（プネ〜ムンバイ〜アームダバード）のプレ F/S においては、「40 年間の BOT 方式による PPP スキーム」が提案されている。<sup>4</sup>

NHSRA は、PPP により行われる高速鉄道運営の総括・調整役として、開発に関する独立した資金の確保、持続性の高いプロジェクトからの補填、今後のプロジェクト開発資金の確保に関与する。PPP 事業においては VGF の提供、多国間または二国間融資における中央政府の保障、特別目的事業体（SPV: Special Purpose Vehicle）<sup>5</sup>に対する長期債貸付における中央政府の保障に関与する。また、中央または地方政府資金による非 PPP の高速鉄道プロジェクトへの関与、鉄道事業者からの収益の配当、州政府からの出資、不動産開発による収益などについて、調整を図る立場である。



出典）MOR

図 4-5 NHSRA のプロジェクトへの関与概念図

#### 4.3.2. インド政府の課題認識

- ・ インド政府による各セクターの開発政策や規制・規則におけるギャップ
- ・ 資本投資や借入金の原資となる長期資金（返済期限 10 年以上）の不足
- ・ PPP 事業を管理するインド政府行政組織及び担当官の能力強化
- ・ PPP 事業を円滑に推進するための民間セクターにおける人材不足
- ・ 民間セクターに対し魅力的な投資機会を提供する PPP プロジェクト形成能力強化
- ・ PPP 事業に対する国民の理解促進

4 公益社団法人日本経済研究センター、2011 年 3 月

5 プロジェクトを実行するために設立される特別目的会社。特別目的会社は、プロジェクトの内容により、①完全な民間会社、②官民合同プロジェクト、③公共機関のいずれかの形態をとる。※出典：Concept Paper- Development of Delhi - Mumbai Industrial Corridor (DMIC), August 2007

---

#### 4.3.3. PPP による HSR パイロットプロジェクト成功に向けた課題

以上の課題認識をふまえ、インド初の高速鉄道プロジェクトを実現するうえで必要となるインド政府の取り組みについて、以下に取りまとめた。

##### (1) 長期的な運営、維持管理に向けた持続可能な計画

- ビジョン 2020 に掲げられた長期目標達成に向けた、政府内の強力なコンセンサス
- 第 12 次 5 年計画における高速鉄道整備計画への確実な予算獲得
- 高速鉄道の事業主体となる NHSRA の予算及び組織運営に関わる安定性の確保

##### (2) 事業の収益性確保

- 政府と民間における適切なプロジェクトストラクチャリング
- NHSRA への PPP 専門家派遣による財務、経営に関わる計画支援、ならびに財務担当者への技術移転による能力向上
- ライダーシップ保証など、政府による財政支援策の確実な構築

##### (3) 運営の持続性の確保

- 民間セクターの投資を増進するための投資環境の改善、関連法や規則の制定

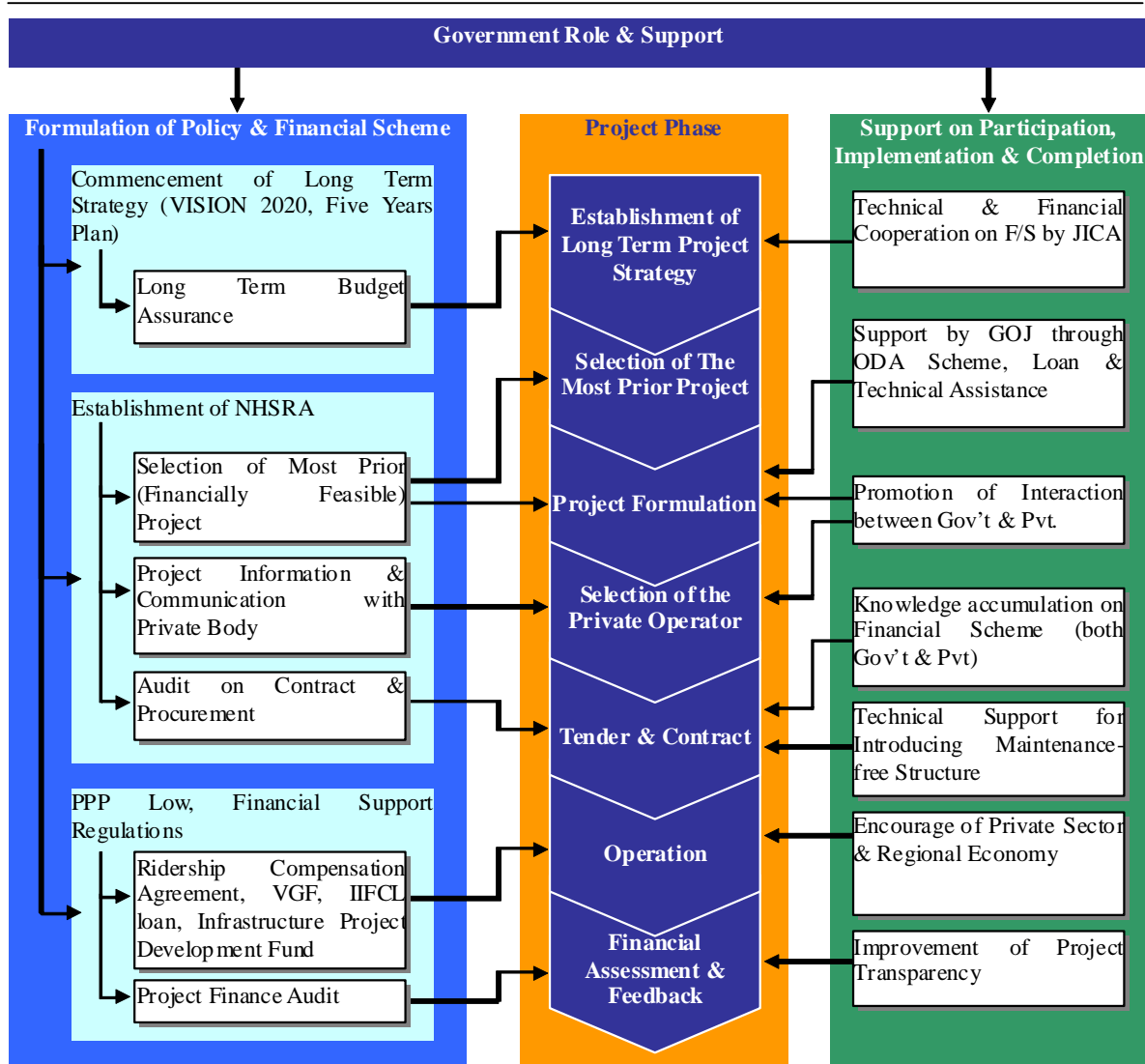
##### (4) 事業実施能力を持つ民間事業者の参加促進策

- 民間企業への各種情報の開示とコミュニケーション、交流の促進
- 政府の関与による不正競争の防止、適切な価格の維持、健全な競争環境の確保、調達  
の監視

##### (5) その他

- 個々の工区における契約リスクや完工リスクの最小化、ならびに路線全体の工事進捗  
の足並みを揃えるための、土木工事発注における工区分けにおける留意
- 民間事業者による運営持続性に配慮した事業の選定に関わる JICA の技術支援
- 維持管理費の低減に寄与する省メンテナンス工法導入に関わる JICA の技術支援





(JICA 調査団)

図 4-6 PPP による高速鉄道事業実現に向けた MOR の取り組みの提案

#### 4.3.4. 採算性を向上するための諸施策導入に向けた課題

運賃収入のみでの高速鉄道の運営は困難であり、日本の鉄道事業者が行っているような、採算性を向上するための諸施策の導入可能性について、インドでも検討する必要がある。

表 4-4 採算性向上に向けた諸施策の例

検討課題	施策の例
利用増進策	→高い運行頻度、定時性、速達性の達成 →信頼性の高い信号システムの確保 →広報手法やブランディング手法
関連事業の運営	→商業、不動産等経営ノウハウの導入 ※鉄道事業者による関連事業の運営可否について、現行法上の位置づけなどの確認が必要
競争力の高い料金設定	→料金検討における収支予測の精度向上 →柔軟な料金設定を可能とする法制度の整備
採算悪化時の中央／州政府による補助の検討	→VGF や関連法規、制度の適切な運用 →州政府による負担の検討

(JICA 調査団)

---

5. 本邦技術を活用した高速鉄道導入に向けての  
支援方針の提案

---

## 5. 本邦技術を活用した高速鉄道導入に向けての支援方針

日本の新幹線は、「高速専用線」というコンセプトの下、「事業計画」「土木・建設」「車両・E&M」「O&M」「事業運営」が複合的に連結し、優れた高速鉄道事業運営が実現されている。すなわち、最適な高速鉄道計画を実現するためには、事業の構成要素を個別最適で実施するのではなく、全体最適を考えた支援を行っていく必要がある。

以下に、その具体的内容ならびに方法、また JICA の今後の取り組みを示したロードマップを示す。

### 5.1. 本邦技術を活用した協力の魅力を伝える提案方法

#### 5.1.1. 日本の高速鉄道技術の優位性の提案内容

これまで、「日本の新幹線技術の優れた点」については、各種セミナーや様々な媒体で紹介されてきた。しかし、日本の新幹線技術を活用した高速鉄道をインドへ導入する際には、インドのニーズに対応した情報提供が必要である。

すなわち、インドに適した仕様をふまえたうえで、日本として売込む要素技術の抽出、ならびにそれにかかる費用を具体化したうえで、インドで継続しうる事業モデルを提示していく必要がある。

第三次現地調査において行った、インド側の情報提供ニーズに関わる MOR との協議結果をふまえ、日本の高速鉄道技術の優位性の提案内容を以下に述べる。

#### (1) 高速鉄道システムに関して

日本の新幹線技術のインドへの展開を有利に進めるためには、日本の新幹線システムの優位性の源泉である「高速旅客専用線」のコンセプトを、インドが採用することが基本条件である。この前提のもとに信頼度の高い「保安システム」を導入し衝突事故を徹底的に排除し、車両の衝突強度を抑制した軽量で幅広の車体を持つ「電車方式」を導入したことで、新幹線システムは、安全・大量輸送・省エネルギー等の優位性を獲得した。また線区全体の列車運行を一元的に管理する CTC システムは、その機能を大幅に拡大した「運行管理システム」に発展し、世界に類を見ない稠密で安定した高速旅客列車輸送の確立に重要な役割を果たしている。このように、「保安システム」「電車方式」「運行管理システム」は、新幹線システムの特質を形成するキーテクノロジーであり、安全・安定輸送・高い効率性・省エネルギー性等の新幹線システムの優位性は、まさしくこのキーテクノロジーに起因するものである。インドに対しても、このコンセプトと優れたキーテクノロジーの相乗作用により、日本の新幹線システムの特質が形成され、他の高速鉄道システムに比し優れた実績が残されていることを理解してもらう必要がある。

一方、本邦企業は新幹線システムの長所を伸展し、その優位性をより強固なものにするた

---

めに、新幹線技術の特質を形成する「保安システム」「電車方式」「運行管理システム」のキーテクノロジーの発展に特に注力すべきである。

また、ハード技術の優位性を良く理解させると同時に、これらをサポートするメンテナンスとオペレーション等のソフト技術の重要性についても理解してもらう必要がある。

## **(2) 土木技術に関して**

日本は山陽新幹線の建設以来、スラブ軌道敷設の豊富な実績を有しており、また土路盤上スラブ軌道や、路盤変状抑制工法など、様々な地盤条件のもとで軌道構造の長寿命化に寄与する技術を開発してきた。さらに、日本は中国における試験線工事や、軌道技術者への技術移転などを長年にわたり展開しており、海外への技術移転の経験も豊富である。従って、日本のスラブ軌道技術は、PPP を想定した維持管理費の低減というインド側のニーズに合致している。

一方、自然条件や労務条件の違いもあり、それぞれに技術的・金銭的なメリット、デメリットもあるため、列車密度と保守作業のコスト、軌道下部構造などの諸条件をふまえた検討が必要である。

また、長期的にみたこれらの技術の優位性について、例えば地盤条件との関係や、耐用年数まで考慮したうえでのライフサイクルコストの評価については、これまで説明されてこなかった。

ひとたび軌道を敷設した後の軌道構造の抜本的な変更は困難であるため、導入する技術の入念な吟味が必要である。したがって、上記をふまえ、技術的な優位性のみならず、以下の事項について詳細な分析を行い、具体的なデータをもって説明を行う必要がある。

- ◆ 民間事業者による事業を前提とした、維持管理費低減に資する技術の説明。例えばスラブ軌道の安定性（地盤改良工法、震災対策など）
- ◆ レールの溶接技術、維持管理、寿命、軌道の耐用年数等

また、日本の土木技術において特筆すべき優位性である耐震技術についても、インド側の関心が高いテーマである。耐震技術については、以下の事項について更なる情報提供が必要である。

- ◆ 液状化対策、地盤改良工法、日本での耐震設計基準の経緯（阪神大震災後の規準改定）
- ◆ 高速鉄道計画 6 路線における地震係数をふまえた、耐震設計のケーススタディ

## **(3) 高速鉄道の経営に関して**

新幹線の事業継続性を担保するために、日本の鉄道事業者は利便性の向上や関連事業から

の収益確保に取り組んでいる。新幹線経営において、日本では高度な運行管理により収益性の高い運行を行っていること、また商業施設や不動産開発など関連事業の経営ノウハウを有していることが優位性として挙げられる。これらについて、具体的な経営データや維持管理費用を提示しながら、インドでの高速鉄道事業の将来性を説明することが望ましい。説明の内容としては、例えば以下のような事項が考えられる。

- ◆ 高速鉄道事業単独での収益および費用のケーススタディ
- ◆ 例えば走行キロあたり維持管理費など、運営・維持管理費に関わる分析

#### **(4) 高速鉄道事業者の組織・能力強化に関して**

輸送能力・効率を維持し、品質の高い高速鉄道サービスを提供していくために、高速鉄道組織及び実務担当者の能力強化による、高速鉄道事業者の持続性の向上が必要である。

インドにはすでにデリーメトロ運営の実績もあることから、その成功要因も参考としつつ、以下の事項について、MOR および NHSRA の能力強化を支援していく必要がある。

- ◆ 高速鉄道事業計画の策定
- ◆ 財務・予算計画の策定
- ◆ 維持管理計画の策定および維持管理技術に関わる人材育成
- ◆ 責務権限の明確化

#### **5.1.2. 本邦技術を活用した協力の魅力を伝える提案方法**

本邦技術を活用した協力の魅力を伝えるためには、インド側の政策決定者や実務担当者など、高速鉄道事業を実際に運営する立場のキーパーソンへの情報提供が必要である。キーパーソンへの効率的かつ実用的な情報提供方法として、以下のような提案方法が考えられる。

##### **(1) 実務担当者レベルとの協議**

インド側実務担当者、専門家との詳細な協議を通じ、インドにて要求される具体的な技術、手続き、予算計画等に関わるニーズの把握を行うため、実務担当者レベルとの協議を行う。協議の方向性として、以下の事項が考えられる。

- ◆ インドが求めるノウハウと、それに対し日本が提供できるノウハウのすり合わせ
- ◆ 日本として売込む要素技術の把握とインドに適した仕様、ならびにそれにかかる費用の検討と具体化
- ◆ 関係州政府を交えた、高速鉄道事業化に向けた具体的な事業計画の把握
- ◆ 計画実現に向けた課題に関わるインド側の認識、ならびに解決策、日本としての支援

## **(2) 各種研修スキームの活用**

JICA の本邦研修スキームを活用し、インドの NHSRA および関係機関の実務担当者クラス、若手技術者に対する技術移転を行う。

- ◆ 国・課題別研修
- ◆ 青年研修

また、関係団体や企業による本邦研修スキームとの連携により、日本の新幹線技術の紹介や、高速鉄道の建設、運営、維持管理等に関わる技術移転を行う。

- ◆ 日本貿易振興機構（JETRO）：各種セミナー、招聘事業
- ◆ 海外鉄道技術協力協会（JARTS）：本邦研修受け入れ
- ◆ 海外運輸協力協会（JTCA）：要人招聘事業、実務者研修・視察、交流促進等
- ◆ 海外建設協会（OCAJI）：外国人技能実習制度
- ◆ 国際開発センター（IDCJ）：人材育成事業、国際交流事業
- ◆ 鉄道事業者による視察、研修生受け入れ

## **(3) 人材交流の促進**

基礎情報収集調査の機会を活用し、本調査にて実施したような、高速鉄道関係機関の要人を日本に招聘し、日本の新幹線技術の紹介や、高速鉄道の建設、運営、維持管理等に関わる技術移転を行う。

- ◆ 高速鉄道技術の現状および研究動向の紹介
- ◆ 日本の鉄道試乗、管制センター及び各種施設視察、建設現場等視察
- ◆ 法制度、事業スキーム、財源、経営等に係るセミナーによる理解促進

## 5.2. JICA 支援の取り組みの方向性

### 5.2.1. JICA の多様な経験・ノウハウ、支援形態、資金調達ツールの活用

JICA は、開発途上国に対する円借款、無償資金協力、技術協力を一括して実施することができる、本邦唯一の機関である。また JICA は、これまでの支援を通じて現地及び本邦の中央・地方政府、国営・民間企業、その他関連団体など、幅広いネットワークを有している。

JICA による支援のメリットは、以下の事項が挙げられる。

- ◆ 案件形成からマスタープランの策定、F/S の実施、設計・施工・維持管理、運営の、事業の上流から下流まで一貫した関与が可能な支援ツールを有している。
- ◆ 土木構造物、軌道、車両、システム、駅舎や修理工場などのハード分野から、設計・施工・維持管理に関わる技術指導や鉄道の運行管理、制度、組織強化に関わる人材育成、技術規準策定などのソフト分野まで、広範囲に及ぶ経験を有している。
- ◆ 技術協力、専門家派遣、本邦研修など、人材育成のツールも充実している。

JICA の持つこれらの多様なツールやリソースを動員して、プロジェクト本体から周辺環境整備まで、総合的な取り組みを行うことで、インドのニーズを的確に捉えた協力を、官民連携のもと迅速に推進することが可能である。

表 5-1 JICA の支援ツール

ツール	概要	適用例
開発計画調査型 技術協力 協力準備調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>インドの高速鉄道計画、および関連する都市鉄道や都市交通システム、沿線開発計画などのマスタープラン策定支援</li> <li>特定の計画に対する円借款を見据えた F/S 調査の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全国交通マスタープラン</li> <li>都市交通マスタープラン</li> <li>F/S 調査</li> </ul>
PPP インフラ事業 協力準備調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>円借款による公共事業と日本企業が参画する民間事業の PPP 促進に向けた F/S 調査の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>民間事業者に対する情報提供、ネットワーク提供</li> <li>事業計画策定支援</li> </ul>
技術協力 技術支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>MOR や NHSRA の実務担当者レベルに対する技術移転のための本邦研修の実施</li> <li>専門家派遣による案件形成、組織強化、法制度構築、職員の訓練指導等の支援</li> <li>機材の供与</li> <li>PPP 事業のための政策・契約制度の構築支援、NHSRA 実務担当者の能力強化、事業モニタリング</li> <li>RDSO による技術規準、規格策定への支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>要人招聘、現場視察</li> <li>国・課題別研修、青年研修</li> <li>関係団体、企業における研修事業との協調</li> <li>OJT</li> <li>短期・長期専門家派遣</li> </ul>
円借款	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト資金を長期返済・低金利という緩やかな条件で貸し付けるもの</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土木、軌道の建設・改修</li> </ul>
無償資金協力	<ul style="list-style-type: none"> <li>返済義務を課さずにインフラや設備の建設・改修の資金供与、鉄道車両供与など、を行うもの</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土木、軌道の建設・改修</li> <li>修理工場、駅舎、その他施設の建設・改修</li> </ul>
海外投融資	<ul style="list-style-type: none"> <li>高リスク、低収益見込みの事業を行う民間企業への「出資」または「融資」</li> <li>開発効果、事業達成見込み等の条件を満たす事業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特別目的会社（鉄道事業体）への出資・融資</li> </ul>

(JICA 調査団作成)



---

## 5.2.2. テーマごとの取り組みの方向性

### (1) 技術支援

#### 1) 開発計画調査型技術協力

#### 2) 協力準備調査

- ◆ 高速鉄道の事業計画策定、関連する都市鉄道や交通システム、沿道開発計画の策定支援
- ◆ 土木、軌道、各種施設の設計及び建設、車両、電機・機械設備及び通信システムの導入、高速鉄道の運営・維持管理に関わる技術支援や技術移転

#### 3) PPP 協力準備調査

- ◆ 鉄道ビジネス及び関連事業の計画、運営
- ◆ PPP に関わる法令や関連制度の構築、契約管理等に関わる能力強化

#### 4) 基礎情報収集調査

- ◆ 本調査にて実施した関係機関へのヒアリングや技術規準に係る情報収集（インド側の官民関係機関からの情報収集、技術基準や仕様に関する調査分析）
- ◆ インド側の高速鉄道関係者、州政府等への情報提供、ワークショップ等の実施
- ◆ 上記活動を通じたインドのコンタクトポイントとのネットワーク構築

### (2) 財政支援

#### 1) 円借款

- ◆ 土木施設、軌道、関連施設建設、車両、電機・機械設備及び通信システムの導入に関わる資金提供
- ◆ 詳細設計、調達に関わる支援

#### 2) 無償資金協力

- ◆ 車両、電機・機械システム等の輸出
- ◆ 車両工場、修理工場の建設・改修

#### 3) 海外投融資

- ◆ 特別目的会社（鉄道事業体）への出資・融資

### (3) 専門家の派遣

#### 1) 長期専門家

- ◆ 案件形成に関わるインド政府関係者に対する働きかけ、在外公館のインフラプロジェクト

クト専門官との連携

- ◆ 鉄道技術に関する技術移転
- ◆ インド政府関係機関等の動向把握
- ◆ STEP の適用に向けた調整
- ◆ 高速鉄道の技術規準、規格の制定に関わる RDSO との協働に向けた働きかけ

## 2) 短期専門家

- ◆ 事業の各段階における技術指導
  - ・ インドの高速鉄道の技術規準、規格制定に関わる実務面の技術支援
  - ・ 法務、財務、契約等諸制度の構築支援
  - ・ 新幹線経営、関連事業等ビジネスモデル構築支援
  - ・ 高速鉄道運営組織の設立支援
- ◆ 運転手、オペレータ等スタッフの訓練
- ◆ 運営段階における様々な技術移転
  - ・ 検査、診断技術
  - ・ 運行管理、遅延回復ノウハウ

## (4) 人材育成

### 1) 各種研修スキームの活用

- ◆ RDSO の実務者レベルに対する新幹線の技術規準、規格に関わる技術移転
- ◆ JICA の本邦研修スキームを利用しての実務者クラス、若手技術者への技術移転
- ◆ 関係団体、企業による本邦研修スキームとの連携

### 2) 人材交流の促進

- ◆ 高速鉄道関係機関の要人の日本招聘（本調査にて実施した本邦研修）
- ◆ 技術規準に関する情報交換

### 3) OJT の実施

- ◆ 事業の進捗に応じた計画、設計、建設、運営、維持管理に関わる実務を通じた、実務担当者クラス及び若手技術者への技術移転

---

### 5.3. 日本の高速鉄道技術導入に向けてのロードマップ

本邦高速鉄道技術を活用した、インドにおける高速鉄道事業の実現に向けた JICA の取り組みを、次頁に示すロードマップとしてとりまとめた。日本の新幹線システムをインドへ導入するためのシナリオとして、2つの案を想定したうえで、それぞれにおいて前提となる条件、ならびに必要な取り組みを、以下に整理した。

#### (1) 基本案 (Base Case)

##### 1) 前提条件

日本の円借款によりインド政府が実施する事業に、日本の新幹線システムが採用されるケースが想定される。

このケースでは、日本の新幹線システムの採用を前提に、インド政府が事業化を行うこととなり、日本の規格のもとで土木、軌道、車両及びシステムを計画、設計することとなる。

##### 2) 必要となる取り組み

インド政府の事業へ日本の新幹線システムが採用されるためには、本邦技術の比較優位性、ならびに採算性など事業の持続性が、インド政府に十分に理解される必要がある。

そのため、基礎情報収集調査や、優先路線における協力準備調査を通じて、新幹線システム採用に対する理解を促進する必要がある。

#### (2) 代替案 (Alternative Case)

##### 1) 前提条件

上下分離を前提として、土木、軌道の建設をインド政府が実施し、車両及びシステムの導入、事業運営は民間の鉄道事業体 (SPV) が行うケースが想定される。日本は土木・軌道への円借款、新幹線システムの車両・システムの納入、SPV への出資・融資に関与することが考えられる。

このケースでは、インド政府主体で行う土木、軌道の建設事業に、日本の新幹線システムを前提とした仕様が採用されることが必要となる。

##### 2) 必要となる取り組み

日本の新幹線車両及びシステムの導入を促すために、日本の円借款による土木・軌道の設計に、新幹線の仕様が反映されることが望ましい。車両及びシステムまで含めた全てに日本の新幹線システムが採用されるためには、まず車両及びシステムの入札を最初に行うとともに、土木コストまで含めた総工費での優位性が評価に反映されるような入札方法を、例えば基礎情報収集調査において検討し、提案することが考えられる。

また、SPV へ日本が出資する場合には、新幹線運営のノウハウを持つ JR など、鉄道事業者

の参画が望ましい。しかし、事業の採算性や為替リスク、資金調達の安定性、インド市場への進出に対する困難など、民間企業の参画にあたっては様々な障壁が考えられる。従って、鉄道事業者の参入を促すための、民間への支援方策の検討が必要である。

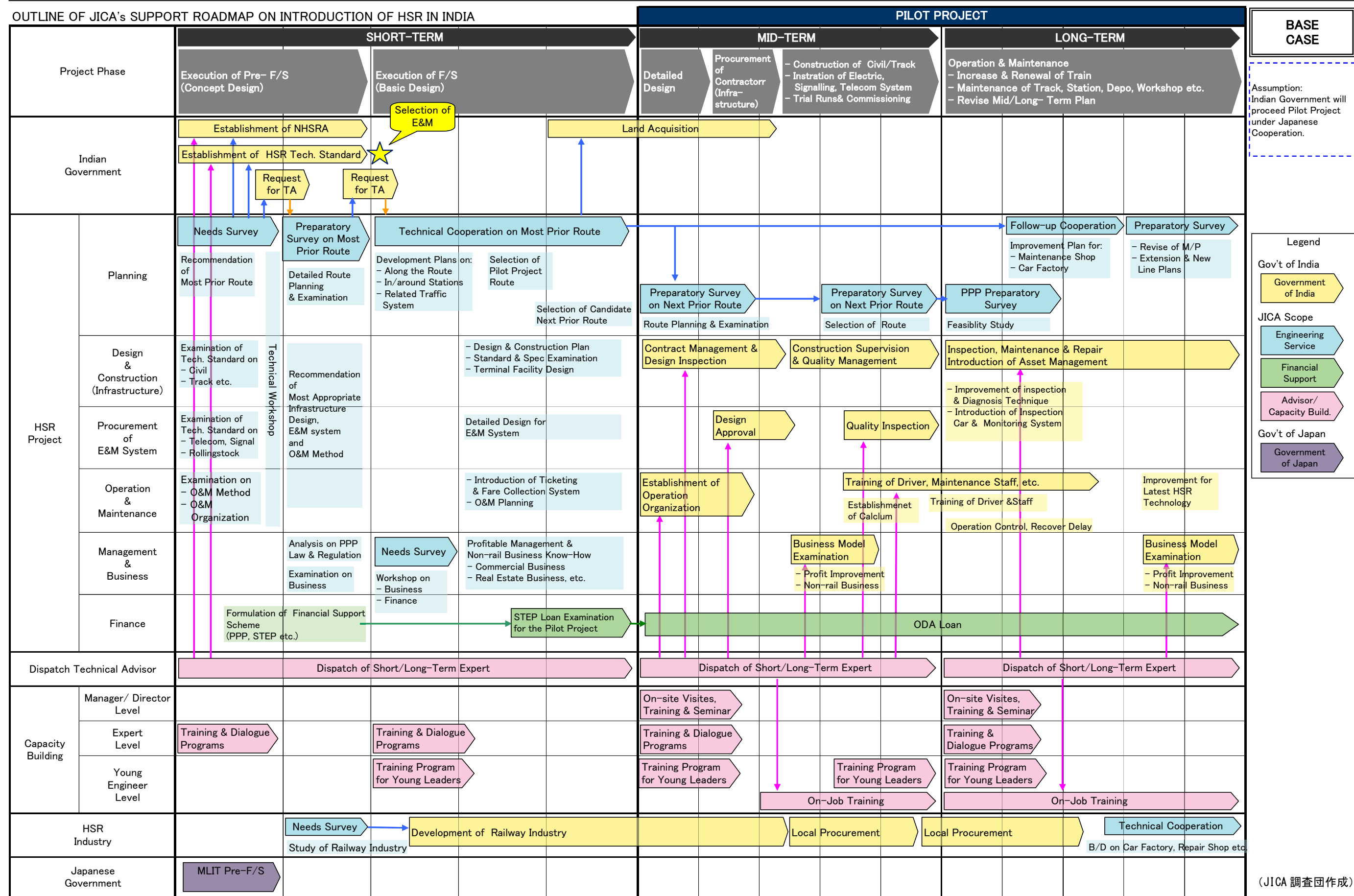


図 5-1 日本の高速鉄道導入に向けてのロードマップ（基本案）

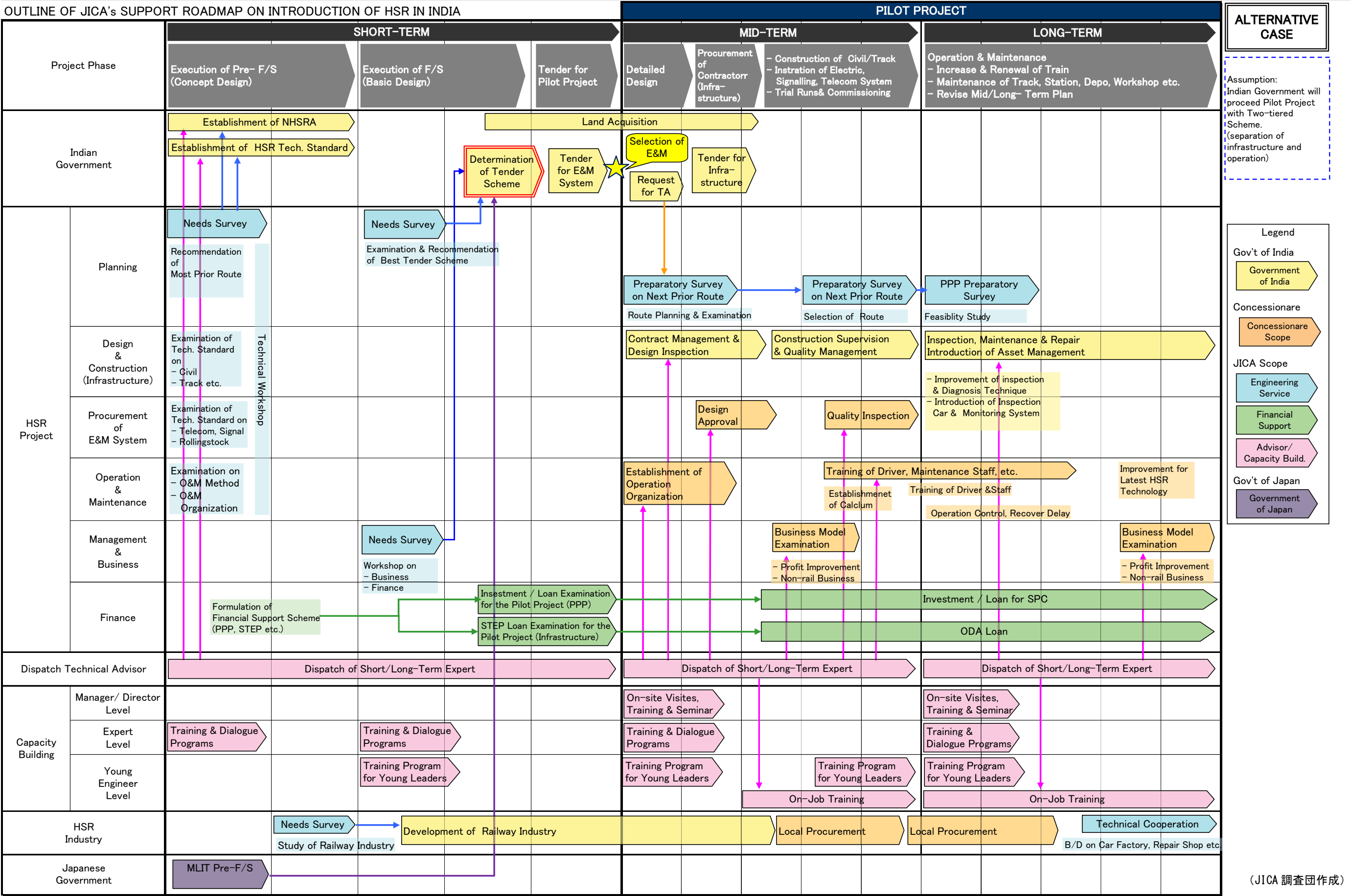


図 5-2 日本の高速鉄道導入に向けてのロードマップ (代替案)

---

## 6. 本邦研修結果概要

---

## 6. 本邦研修結果概要

本調査においては、MOR より高速鉄道担当として推薦されたコアメンバー12 名を日本に招聘し、本邦の様々な高速鉄道技術および運行管理技法について、視察やセミナーを通じて理解を促進することを目的に、本邦研修（視察）及び本邦セミナーを実施した。

### 6.1. 開催概要

#### (1) 研修期間

2011 年 12 月 5 日～2011 年 12 月 20 日

#### (2) 参加者リスト（インド側）

インド側からの参加者は、表 6-1 のとおりである。研修をより効率的に実施するため、参加者の専門性に応じて土木・軌道、信号・通信、電力・車両の 3 グループに別れ、専門性に応じたカリキュラムとした。

表 6-1 本邦研修参加者一覧

グループ	氏名	役職、所属	専門
土木 ・ 軌道	Mr. Surinder Pal	Exec. Director (Civil Engineering-Planning)/Railway Board	土木
	Mr. Vinay Kumar Singh	Exec. Director (PSU)/ Railway Board	土木
	Mr. Jagmohan Gupta	Exec. Director Finance (Budget)/Indian Railways	ファイナンス
	Mr. Vinayak Rao Kakatkar	Exec. Director Finance (Expenditure)/Railway Board	ファイナンス
	Mr. Sunil Kumar Gupta	Director/Urban Transport and High Speed/Civil/RDSO	土木
信号 ・ 通信	Mr. Sanjay Bajpai	Sec. to General Manager/Deputy General Manager/Northern Railway	運行
	Mr. Niraj Kumar	Exec. Director (Perspective Planning)/Railway Board	運行
	Mr. Pradeep Kumar	Exec. Director/Signal Project/ Railway Board	信号
電力 ・ 車両	Mr. Nihar Ranjan Dash	Director Electrical Engineering/ Development/Railway Board	電気
	Mr. Mukund Kumar Sinha	Director Planning/Mechanical Engineer	機械
	Ms. Archana Mittal	Director/Mechanical Engineer (Freight)	機械
	Mr. Sanjiv Swarup	Exec. Director (Standards Electrical)/RDSO	電気



---

### 6.1.2. 本邦研修の行程および研修・視察の内容

本邦研修の行程は表 6-2 に示すとおりである。本邦研修にて行った研修及び視察の内容は、以下のとおりである。

#### (1) JICA の役割と支援実績、支援スキームに関する研修

- 鉄道分野における JICA の支援実績
- JICA の支援スキーム

#### (2) 新幹線および鉄道技術に関する研修・視察

##### 1) 新幹線の技術に関する研修・視察

- 日本の新幹線の建設技術
- 高速鉄道技術の基礎研究

##### 2) 法制度、技術規準に関する研修

- 日本の新幹線整備の法的枠組み、技術規準

##### 3) 新幹線の運営・運行管理、安全及び教育、鉄道ビジネスに関する研修・視察

- 日本の新幹線の運営、運行管理
- 安全管理、能力教育
- 駅施設および関連事業ビジネス

##### 4) 新幹線の建設現場、車両製作現場、関連施設及び工事現場等視察

- 新幹線建設現場視察
- 新幹線車両の製作工場、整備現場、レール製作工場、変電所視察
- 長大橋梁（明石海峡大橋）視察
- 京急蒲田駅付近連続立体事業視察
- 新宿駅南口地区基盤整備事業視察

#### (3) 企業との意見交換

- インド鉄道の現況及び高速鉄道計画の概要、本邦研修の総括（MOR）
- 鉄道部品・電装品メーカー、信号通信機器メーカー、車両メーカーとの意見交換

#### (4) 政府関係機関等との意見交換

- インド高速鉄道事業の展望
- 国土交通省、経済産業省、日本貿易振興機構（JETRO）、JR 東日本との意見交換

表 6-2 本邦研修行程表

	日	曜日	訪問地	グループA:土木・軌道			JICA 同行者	宿泊	訪問地	グループB:信号・通信			宿泊	訪問地	グループC:電力・車両			JICA 同行者	宿泊
1	12/5	月	AM PM	東京	成田着 (07:10) 13:00 オリエンテーション 13:30 JICA表敬訪問 14:00 鉄道・運輸機構「整備資金、建設技術」 16:00 国土交通省「日本の高速鉄道の概要、政策、技術基準」 @JICA麹町本部 6F役員会議室	Moholkar	東京	東京	東京	東京	成田着 (07:10) 13:00 オリエンテーション 13:30 JICA表敬訪問 14:00 鉄道・運輸機構/本社「整備資金、建設技術」 16:00 国土交通省「日本の高速鉄道の概要、政策、技術基準」 @JICA麹町本部 6F役員会議室	東京	東京	東京	成田着 (07:10) 13:00 オリエンテーション 13:30 JICA表敬訪問 14:00 鉄道・運輸機構/本社「整備資金、建設技術」 16:00 国土交通省「日本の高速鉄道の概要、政策、技術基準」 @JICA麹町本部 6F役員会議室	東京	東京		
2	12/6	火	AM PM	東京	10:00-11:30 JR東日本「運賃設定・関連事業」@JICA麹町本部113会議室 13:30～15:00 JR東日本新幹線総合指令室視察(90分) 15:10～16:10 東京駅施設視察(新幹線運行状況、発券・予約システム、ホーム配置、商業施設等) (60分)	小野 福居 Moholkar	東京	東京	東京	東京	10:00-11:30 JR東日本「運賃設定・関連事業」@JICA麹町本部113会議室 13:30～15:00 JR東日本新幹線総合指令室視察(90分) 15:10～16:10 東京駅施設視察(新幹線運行状況、発券・予約システム、ホーム配置、商業施設等) (60分)	東京	東京	東京	10:00-11:30 JR東日本「運賃設定・関連事業」@JICA麹町本部113会議室 13:30～15:00 JR東日本新幹線総合指令室視察(90分) 15:10～16:10 東京駅施設視察(新幹線運行状況、発券・予約システム、ホーム配置、商業施設等) (60分)	東京	東京		
3	12/7	水	AM PM	新白河	(移動) 東京駅(10:20)⇒新白河駅(11:50):なすの255号 12:00-13:00 昼食 新白河駅からシャトルバスで移動(15分) 13:20-16:20 JR東日本総合研修センター視察(安全管理、能力教育等) 新白河駅までタクシー移動(15分) 新白河駅(16:50)⇒郡山駅(17:03):なすの261号※郡山止まり 郡山駅(17:31)⇒仙台駅(18:17):Maxやまびこ145号	小泉 Moholkar	仙台	新白河	仙台	新白河	(移動) 東京駅(10:20)⇒新白河駅(11:50):なすの255号 12:00-13:00 昼食 新白河駅からシャトルバスで移動(15分) 13:20-16:20 JR東日本総合研修センター視察(安全管理、能力教育等) 新白河駅までタクシー移動(15分) 新白河駅(16:50)⇒郡山駅(17:03):なすの261号※郡山止まり 郡山駅(17:31)⇒仙台駅(18:17):Maxやまびこ145号	仙台	新白河	仙台	(移動) 東京駅(10:20)⇒新白河駅(11:50):なすの255号 12:00-13:00 昼食 新白河駅からシャトルバスで移動(15分) 13:20-16:20 JR東日本総合研修センター視察(安全管理、能力教育等) 新白河駅までタクシー移動(15分) 新白河駅(16:50)⇒郡山駅(17:03):なすの261号※郡山止まり 郡山駅(17:31)⇒仙台駅(18:17):Maxやまびこ145号	仙台	仙台		
4	12/8	木	AM PM	(移動) 青森	仙台駅(9:50)⇒新青森駅(11:22):はやぶさ1号(E5系) 新青森駅(11:32)⇒小巾亭(昼食)(11:40):公用車 小巾亭(12:40)⇒外ヶ浜鉄道建設所(13:20着)(着替) 外ヶ浜鉄道建設所(13:40)⇒第二外黒山トンネル(13:55)公用車 第二外黒山トンネル(14:55)⇒後潟高架橋(15:20)公用車 後潟高架橋(15:50)⇒青森鉄道建設所(16:20)(着替)公用車 青森鉄道建設所(16:40)⇒リッチモンドホテル(16:55)公用車	Moholkar 福居 Moholkar	青森	青森	青森	仙台	(移動) 仙台駅(9:50)⇒新青森駅(11:22):はやぶさ1号(E5系) 新青森駅(11:32)⇒小巾亭(昼食)(11:40):公用車 小巾亭(12:40)⇒外ヶ浜鉄道建設所(13:20着)(着替) 外ヶ浜鉄道建設所(13:40)⇒第二外黒山トンネル(13:55)公用車 第二外黒山トンネル(14:55)⇒後潟高架橋(15:20)公用車 後潟高架橋(15:50)⇒青森鉄道建設所(16:20)(着替)公用車 青森鉄道建設所(16:40)⇒リッチモンドホテル(16:55)公用車	青森	仙台	馬場	列車移動 仙台発9:36→名取着9:51 名取駅からタクシー移動(10分) 10:10～10:40 新仙台変電所視察(30分) 名取駅までタクシー移動(10分) 列車移動 名取発11:09→仙台着11:23 昼食 列車移動 仙台発13:00→岩切着13:08 岩切駅から送迎バス移動(15分) 13:30～15:00 新幹線総合車両センター視察(90分) 岩切駅まで送迎バス移動(15分) 列車移動 岩切発15:27→仙台着15:37 仙台駅(16:38)⇒新青森駅(18:33):はやて31号	馬場	青森		
5	12/9	金	AM PM	青森 (移動)	9:10 宿泊先からバス移動(15分) 9:30～11:00 盛岡新幹線車両センター青森派出所視察 (90分) 昼食場所までバス移動 昼食 新青森駅(12:28)⇒仙台駅(14:25):はやて26号 仙台駅(15:07)⇒仙台空港駅(15:32):空港アクセス線 仙台空港(16:55)⇒伊丹空港(18:30):全日空1668便	福居 Moholkar Moholkar	大阪	青森 (移動)	大阪	青森 (移動)	9:10 宿泊先からバス移動(15分) 9:30～11:00 盛岡新幹線車両センター青森派出所視察 (90分) 昼食場所までバス移動 昼食 新青森駅(12:28)⇒仙台駅(14:25):はやて26号 仙台駅(15:07)⇒仙台空港駅(15:32):空港アクセス線 仙台空港(16:55)⇒伊丹空港(18:30):全日空1668便	大阪	青森 (移動)	大阪	9:10 宿泊先からバス移動(15分) 9:30～11:00 盛岡新幹線車両センター青森派出所視察 (90分) 昼食場所までバス移動 昼食 新青森駅(15:42)⇒仙台駅(17:24):はやて32号(E5系) 仙台駅(17:57)⇒仙台空港駅(18:22):空港アクセス線 仙台空港(19:05)⇒伊丹空港(20:30):全日空740便	大阪	大阪		
6	12/10	土	AM PM	大阪	6:00 ロビー集合～6:15出発(京都観光)	Moholkar	大阪	大阪	大阪	大阪	6:00 ロビー集合～6:15出発(京都観光)	大阪	大阪	大阪	6:00 ロビー集合～6:15出発(京都観光)		大阪		
7	12/11	日	AM PM	大阪	9:45 ロビー集合～10:00出発(大阪観光)		大阪	大阪	大阪	大阪	9:45 ロビー集合～10:00出発(大阪観光)	大阪	大阪	大阪	9:45 ロビー集合～10:00出発(大阪観光)		大阪		
8	12/12	月	AM PM	尼崎 神戸	8:45 ホテル発⇒9:30 三菱電機 9:30～11:30 三菱電機工場視察 12:30 三菱電機発⇒13:30 川崎重工工業 13:30～17:00 川崎重工工業工場視察 17:00⇒ホテル 18:00	伊藤	大阪	尼崎 神戸	大阪	神戸	8:45 ホテル発⇒9:30 三菱電機 9:30～11:30 三菱電機工場視察 12:30 三菱電機発⇒13:30 川崎重工工業 13:30～17:00 川崎重工工業工場視察 17:00⇒ホテル 18:00	大阪	尼崎 神戸	大阪	8:45 ホテル発⇒9:30 三菱電機 9:30～11:30 三菱電機工場視察 12:30 三菱電機発⇒13:30 川崎重工工業 13:30～17:00 川崎重工工業工場視察 17:00⇒ホテル 18:00	大阪	大阪		
9	12/13	火	AM PM	神戸 (移動)	8:30 ロビー集合 8:15 出発 明石海峡大橋視察 新神戸駅(13:13)⇒小倉駅(15:21):さくら557号 15:30 小倉駅⇒ホテル:三井物産案内 19:00-19:15:リーガロイヤルホテル⇒会食会場(ナナック小倉店)新日鐵案内		小倉 (移動)	神戸 (移動)	東京	東京	8:30 ロビー集合 8:15 出発 明石海峡大橋視察 新神戸駅(13:22)⇒東京駅(16:13):のぞみ26号	東京	(移動) 笠戸	広島	新大阪(10:09)⇒徳山(11:56):のぞみ11号 日立製作所笠戸事業所 工場視察 徳山(16:54)⇒広島(17:28):こだま752号	広島	広島		
10	12/14	水	AM PM	北九州 (移動)	8:30 ホテルロビー集合・出発 8:45-15:30 新日本製鐵工場視察 15:45-16:30 新日鐵(条鋼工場)⇒北九州空港 北九州空港(17:00)⇒羽田空港(18:25)全日空3886便		東京	茨城	東京	東京	上野07:30⇒大みか09:09 フレッシュひたち5号 日立製作所大みか事業所(運行管理機器製造)視察 及び 水戸事業所(信号装置製造) 勝田16:46⇒上野18:07 フレッシュひたち48号	東京	(移動) 東京	東京	広島(8:10)⇒東京(12:13):のぞみ8号 14:00-17:30 東芝府中事業所視察	東京	東京		
11	12/15	木	AM PM	東京	8:30 ホテル発 10:00-16:30 鉄道総研「講義・施設見学」 (高速鉄道技術に関する基礎研究について)	若杉	東京	東京	東京	東京	8:30 ホテル発 10:00-16:30 鉄道総研「講義・施設見学」 (高速鉄道技術に関する基礎研究について)	東京	東京	東京	8:30 ホテル発 10:00-16:30 鉄道総研「講義・施設見学」 (高速鉄道技術に関する基礎研究について)	東京	東京		
12	12/16	金	AM PM	東京	8:30 ホテル発 10:00～12:00「京浜急行蒲田駅立体交差事業」視察 14:00～17:00 企業との意見交換 インド鉄道省スタッフによるプレゼンテーション、日本企業によるプレゼンテーション、意見交換@JICA 東京(帽ヶ谷) 17:00-18:30 懇親会@JICA東京(帽ヶ谷)		東京	東京	東京	東京	8:30 ホテル発 10:00～12:00「京浜急行蒲田駅立体交差事業」視察 14:00～17:00 企業との意見交換 インド鉄道省スタッフによるプレゼンテーション、日本企業によるプレゼンテーション、意見交換@JICA 東京(帽ヶ谷) 17:00-18:30 懇親会@JICA東京(帽ヶ谷)	東京	東京	東京	8:30 ホテル発 10:00～12:00「京浜急行蒲田駅立体交差事業」視察 14:00～17:00 企業との意見交換 インド鉄道省スタッフによるプレゼンテーション、日本企業によるプレゼンテーション、意見交換@JICA 東京(帽ヶ谷) 17:00-18:30 懇親会@JICA東京(帽ヶ谷)	東京	東京		
13	12/17	土	AM PM	東京	(自由行動)		東京	東京	東京	東京	(自由行動)	東京	東京	東京	(自由行動)		東京		
14	12/18	日	AM PM	東京	(自由行動)		東京	東京	東京	東京	(自由行動)	東京	東京	東京	(自由行動)		東京		
15	12/19	月	AM PM	東京	新宿駅工事視察(90分) 9:10 ホテル発 10:00 JR東日本新宿ビル(本社ビルの右隣)入り口前 10:10-10:30 プロシエ概要説明(JR東日本) 10:30-10:50 工事内容説明 10:50-11:10 質疑応答 11:10-11:50 現地視察～質疑応答 14:00～15:00 JICA講義(JICA支援スキーム等)@JICA麹町本部 6F役員会議室 16:00～18:00 政府機関等との意見交換会@JICA麹町本部113会議室 インド鉄道省スタッフによるプレゼンテーション、日本政府機関(国交省、経産省、JETRO)及びJR東日本との協議		東京	東京	東京	新宿駅工事視察(90分) 9:10 ホテル発 10:00 JR東日本新宿ビル(本社ビルの右隣)入り口前 10:10-10:30 プロシエ概要説明(JR東日本) 10:30-10:50 工事内容説明 10:50-11:10 質疑応答 11:10-11:50 現地視察～質疑応答 14:00～15:00 JICA講義(JICA支援スキーム等)@JICA麹町本部 6F役員会議室 16:00～18:00 政府機関等との意見交換会@JICA麹町本部113会議室 インド鉄道省スタッフによるプレゼンテーション、日本政府機関(国交省、経産省、JETRO)及びJR東日本との協議	東京	東京	東京	新宿駅工事視察(90分) 9:10 ホテル発 10:00 JR東日本新宿ビル(本社ビルの右隣)入り口前 10:10-10:30 プロシエ概要説明(JR東日本) 10:30-10:50 工事内容説明 10:50-11:10 質疑応答 11:10-11:50 現地視察～質疑応答 14:00～15:00 JICA講義(JICA支援スキーム等)@JICA麹町本部 6F役員会議室 16:00～18:00 政府機関等との意見交換会@JICA麹町本部113会議室 インド鉄道省スタッフによるプレゼンテーション、日本政府機関(国交省、経産省、JETRO)及びJR東日本との協議	東京	東京			
16	12/20	火	AM PM	成田 デリー	成田発(11:25)(JL749) デリー着(18:20)			成田 デリー	成田発(11:25)(JL749) デリー着(18:20)		成田 デリー	成田発(11:25)(JL749) デリー着(18:20)		成田 デリー	成田発(11:25)(JL749) デリー着(18:20)				
Mr. V.K. Singh & Mr. Jagmohan Gupta																			
16 (B)	12/20	火	AM PM	(移動) 仙台	東京駅(9:36)⇒仙台駅(11:12) はやぶさ3号(E5系) 昼食 仙台駅(13:22)⇒岩切駅(13:30) 岩切駅(13:39)⇒利府駅(13:46) 利府駅からタクシー 14:00-15:20 新幹線総合車両センター視察 *E6系視察予定 岩切駅までタクシー 岩切駅(15:49)⇒仙台駅(15:59) 仙台駅(16:13)⇒東京駅(18:44):やまびこ218号(E4系) 夕食(JICAアテンド)(時刻未定)	福居	東京												
17 (B)	12/21	水	AM PM	成田 デリー	成田発(11:25)(JL749) デリー着(18:20)														

## 6.2. 本邦研修の内容

### 6.2.1. 研修・視察

#### (1) 鉄道分野における JICA の支援実績

日時：12/5(月) 13:00-14:00

説明：JICA

説明内容：

- JICA の支援スキーム
- 鉄道分野における人材育成の重要性
- JICA の人材育成支援

#### (2) 日本の新幹線の建設技術

日時：12/5(月) 14:00-16:00

説明：鉄道建設・運輸施設整備支援機構

説明内容：

- 鉄道建設・運輸施設整備支援機構の紹介
- 新幹線の電気設備
- 日本のスラブ軌道について



#### (3) 日本の高速鉄道の概要、政策、技術基準

日時：12/5(月) 16:00-18:00

説明：国土交通省

説明内容：

##### ①日本の高速鉄道について

- 日本の高速鉄道の現況
- 新幹線の建設
- 震災対策

##### ②日本の高速鉄道の技術規準



---

#### (4) 新幹線の運営・運行管理、安全及び教育、鉄道ビジネスに関する研修・視察

日時：12/6(火)

説明：JR 東日本

説明内容：

①日本の新幹線の概要

- JR 東日本の概要
- JR 東日本の新幹線の概要
- 騒音対策
- 震災対策

②新幹線の運賃

③関連事業（ライフスタイルビジネス）について

- ライフスタイルビジネスに関わる展望
- 部門別売上
- 各事業の概要



#### (5) 東京駅および商業施設の視察

日時：12/6(火)

説明：JR 東日本

説明内容：

①JR 東日本新幹線総合司令室視察

②東京駅視察

- 新幹線運行状況
- 発券・予約システム
- ホーム配置
- 商業施設等



## (6) JR 東日本総合研修センター視察

日時：12/7(水)

説明：JR 東日本

説明内容：

- JR 東日本総合研修センターについて
- 新幹線乗務員訓練シミュレータ
- 事故の歴史展示館



## (7) 北海道新幹線建設現場視察（土木グループ、信号・通信グループ）

日時：12/8(木)

説明：鉄道建設・運輸施設整備支援機構

説明内容：

- 北海道新幹線事業概要
- 構造物の施工手順
- 現場視察





---

### (8) 新仙台変電所視察（電力・車両グループ）

日時：12/8(木)

説明：JR 東日本

説明内容：



### (9) 新幹線総合車両センター視察（電力・車両グループ）

日時：12/8(木)

説明：JR 東日本

説明内容：



### (10) 盛岡新幹線車両センター青森派出所視察

日時：12/9(金)

説明：JR 東日本

説明内容：

- 新幹線車両の検査について
- 新幹線車両について
- 施設視察



**(11) 三菱電機伊丹製作所視察**

日時：12/12(月) 9:30 -11:30

説明：三菱電機

説明内容：

- 三菱電機鉄道車両事業概要
- 三菱電機伊丹製作所について
- 工場視察



**(12) 川崎重工業兵庫工場視察**

日時：12/12(月) 13:30 -17:00

説明：川崎重工業

説明内容：

- 川崎重工業の事業概要
- 川崎重工業兵庫工場について
- 工場視察



**(13) 明石海峡大橋視察（土木グループ、信号・通信グループ）**

日時：12/13(火)

- 橋の科学館、明石海峡大橋視察



---

#### (14) 日立製作所笠戸笠戸事業所工場視察（電力・車両グループ）

日時：12/13(火)

説明：日立製作所

説明内容：

- 日立製作所 鉄道事業の概要
- 日立製作所笠戸笠戸事業所について
- A-Train について
- 工場視察



#### (15) 新日本製鐵八幡製鉄所 工場視察（土木グループ）

日時：12/14(水)

説明：新日本製鐵

説明内容：

- 新日本製鐵の事業概要
- 八幡製鉄所の概要
- 条鋼工場の概要
- 八幡技術研究部の概要
- 工場視察



#### (16) 日立製作所大みか事業所（運行管理機器製造）視察 及び 水戸事業所（信号装置製造） （信号・通信グループ）

日時：12/14(水)

説明：日立製作所

説明内容：

- 水戸交通システム本部の概要（信号装置製造）
- 大みか事業所の概要（運行管理機器製造）
- 日立製作所交通システム事業部の概要
- 工場視察



### (17) 東芝府中事業所視察（電力・車両グループ）

日時：12/14(水)

説明：東芝

説明内容：

- 鉄道システム、車両、電機システム事業の概要
- 台湾高速鉄道事業の概要
- 府中事業所の概要
- 工場視察



### (18) 高速鉄道技術に関する基礎研究について 講義・研究施設視察

日時：12/15(木)

説明：鉄道総合技術研究所

説明内容：

#### ①講義

- 鉄道総合技術研究所の概要
- ボルスタレス台車の開発
- 騒音低減技術の開発
- 列車制御装置の最新技術
- 軌道構造技術について

#### ②研究施設視察

- 車内快適性シミュレータ
- 高速回転試験装置
- 大型振動台
- 車両試験台



---

### (19) 京急蒲田駅付近連続立体事業視察

日時：12/16(金) 10:00-12:00

説明：東京都建設局、京浜急行電鉄、京急蒲田 JV

説明内容：

- 京急蒲田駅付近連続立体事業について
- 直接高架方法について
- 工事状況について（VTR）
- 工事現場視察



### (20) 新宿駅南口地区基盤整備事業視察

日時：12/19(月) 10:00-12:00

説明：

説明内容：

- 事業概要説明
- 工事現場視察



### 6.3. 企業との意見交換

日時：12/16(金) 14:00-17:00

説明内容：

①MOR のプレゼンテーション：“Study Tour of HSR in Japan”

- インド鉄道の現況
- 高速鉄道計画の概要
- 本邦研修の総括

②企業のプレゼンテーション

- 住友金属：“Sumitomo Railway Products”
- ナブテスコ：“Railroad Products Company”
- 日本信号：“Signaling System for High Speed Rail”
- 川崎重工業：“Technical Introductions of Kawasaki’s High Speed EMU Trains”

質疑：本章末参照

### 6.4. 政府関係機関等との意見交換

(国土交通省、経済産業省、日本貿易振興機構 (JETRO)、JR 東日本との意見交換)

日時：12/19(月) 14:00-18:00

説明内容：

①JICA プレゼンテーション：JICA の支援スキーム

②MOR のプレゼンテーション：“Indian Perspective and Policy Initiatives”

- 交通分野の展望
- 高速鉄道整備の必要性
- 国家高速鉄道局 (NHSRA) について
- 課題と挑戦
- 実現に向けた枠組み

質疑：本章末参照

---

## 6.5. インド側参加者からの意見概要

本邦研修の有意性・有効性を把握するために、途中参加の2名を除く研修参加者10名に対するアンケートを実施した。以下に、主要な意見を整理する。

9人は研修全体の中身がとても役立つと回答し、1人は役立つと回答した。

役立たないという回答は無かった。

セミナーの長さに関して、9人はちょうど良いと回答し、1人は短過ぎると回答した。

インドへの研修結果の応用について、5人は応用性があり、4人は応用性があるかもしれない、1人はまだ分からないと回答した。

### (1) 将来インドへの適用が考えられる日本の技術

- 日本の新幹線運行のノウハウ
- 車両の製造、整備技術
- 在来線の運行を止めずに施工を行う施工技術
- 信号技術
- 顧客サービスの質の高さ
- 「新幹線」というブランド開発
- 定時運行、責任感、安全ルール厳守といったソフト面の技術
- 案内／情報提供設備
- 自動券売機の普及
- 速度、快適性、信頼性に関わる品質向上の継続
- 新技術の採用

### (2) 日本の新幹線の強みは何か

- 安全性
- 定時性、信頼性
- 快適性
- スタッフの能力、人材育成
- 製品の品質
- 環境優位性
- 乗車定員数
- 顧客サービスの質
- 軽量で高効率の車体
- 高架化された専用軌道
- 遮音壁の設置
- 信号システム

- 高度な研究開発（特にシミュレーション）
- 統合されたデザイン、計画、事業実施、運行
- 運行速度の高さ
- 計画段階における事業者や関連省庁の連携
- 工期厳守に対する意識の高さ

### **(3) 日本の新幹線の弱みは何か**

- 東京～仙台～青森間など、乗客の少ない区間の存在（運行・保守費の確保、収益性に対する疑問）
- 衝突時の車体強度
- 国際基準（UIC）への対応
- 鉄道事業単体での収益性、関連事業の収益性
- 車両が異なるシステムへ柔軟に対応できないこと
- 外国人への案内の不十分

### **(4) インドへ高速鉄道を導入する際の課題**

- 高速鉄道整備の財源
- 用地取得
- 最優先整備対象路線の選定
- ビジネスモデルの開発、収益性
- 日本の新幹線技術を導入する場合、インドの気候条件への対応
- 高架／トンネル構造を採用した場合の事業費
- 高速鉄道整備構想の実現に向けた合意形成と役割分担の策定
- 関連法令の検討
- 乗客へのマナー、ルールの啓蒙
- 既存の鉄道システムとの統合
- 高速鉄道整備事業計画の具体化

### **(5) 高速鉄道導入の際に想定される日本の支援**

- 財政支援
- 技術協力（技術面、運営面のノウハウ提供）
- 人材育成
- 技術的・経済的指標の整備、F/Sの実施
- 技術規準策定
- ダイヤの乱れや災害など異常時の対処方法

---

## 6.6. 本邦研修成果のまとめ

日本の新幹線の優位性である「効率性」「安全性」「信頼性」を実現するための、ハード及びソフトの両面の多岐に渡る要素技術について、現場視察や乗車体験により、実感的に習得していただくことができた。

特に、一般公開されていない施設の訪問や、個々の要素技術に関わる製造現場やメーカーからの説明、研究開発施設や施工現場の視察などは、本研修のような機会ではしか提供し得ない貴重な情報源となったと考えられる。

また、案内・情報提供設備や自動券売機などの駅施設、顧客サービスの質の高さや「新幹線」というブランドの確立、定時運行や安全ルールに対するスタッフの意識の高さといった、技術だけではない新幹線のトータルクオリティの高さを体感していただくことができた。

これらを通じ、インドへの高速鉄道の導入にあたっての、本邦技術を活用した協力の優位性を十分にアピールできたと考えられる。

一方、インド側からあげられた研修内容への要望を以下に列挙する。今後、これらの事項について、技術協力や人材育成を通じて情報共有していくことが必要と考えられる。

### (1) 土木・軌道について

- 保線に関わる技術及び費用の詳細
- 維持管理システム、維持管理組織について
- 軌道および電力施設に関わる技術規準の詳細情報

### (2) 信号・通信について

- 信号システムの維持管理技術や故障対策

### (3) 車両・システムについて

- 車両及び電気・機械システムに関わる技術規準の詳細情報
- 車両故障の発生頻度および故障の内容
- 車両のメンテナンスに関わる詳細情報
- 電力施設の維持管理について
- 車両基地のレイアウト

### (4) 財務について

- 新幹線単独での収支状況、新幹線のビジネスモデルに関わる詳細情報
- 計画段階における財務面の検討手法

企業との意見交換 質疑応答

Activities: Q&A about India MOR Presentation

Date: 16th December 2011

Location: Japan

Present: Japanese Companies, MOR Officials, JICA Officials

Record:

- In regards to technical cooperation for HSR, MOR is only cooperating with Japan at present and has not asked for cooperation from any other country.
- Although India is using broad gauge for its conventional lines, the government of India has decided to utilize standard gauge for HSR.
- MOR is intending to have its HSR designed for speeds of 350 km/h but actual running speeds will vary.
- MOR started working seriously on HSR about one and a half years back. After completion of the pre-feasibility studies for the 6 HSR corridors under consideration, MOR will take up 2 to 3 corridors for a feasibility study, as all the corridors cannot be taken up simultaneously due to the high capital costs. That is, one corridor will be initially constructed and, depending on the success of that corridor, other corridors will be considered. The process will consist of a National High Speed Rail Authority being established by June 2012 and then the execution of the feasibility studies.
- As for the 6 HSR corridors no priority has yet been assigned. However, financial viability will come out from the pre-feasibility studies and feasibility studies. Then, based on that, MOR will select one corridor.

Activities: Q&A about Sumitomo Metals Presentation on 16th December 2011

Date: 16th December 2011

Location: JAPAN

Present: Japanese Companies, MOR Officials, JICA Officials

Record:

- MOR mentioned that Sumitomo had supplied large numbers of wheels to India in the past, which is now not the case. Sumitomo noted that after 1960 India established its own wheel manufacturing plants and this is the reason for the decrease in supply from Sumitomo. Sumitomo hopes that with the introduction of HSR in India it may have the chance again to

---

make give more supplies.

- Sumitomo manufactures both corrugated and noise-damped wheels. Corrugated wheels are used in conventional trains and sold in accordance with requests from operators. As for noise-damped wheels, they contain rubber inside the steel of the wheel and this is the secret behind their noise-reduction capability.
- It was noted that noise-damped wheels are not intended for HSR and are a solution for conventional trains where there are sharp curves that result in wheel-generated noise. In the case of the Shinkansen, it is not just the wheel but many other larger factors that contribute to noise.
- Corrugated wheels are used everywhere in Japan and are also exported to the New York metro. It is popular with customers as the wheel is light but strong.
- It was mentioned by Sumitomo that its main competitors in wheel manufacturing are the Europeans, as they have both the history and technology in this field. Sumitomo was not concerned by the Chinese as the technology has been developed by the Japanese and Europeans. In other words, the Chinese do not have experience in HSR and do not possess technology at the level of the Europeans, who are Japan's real rivals.
- Sumitomo stated that most (80-90%) of the wheels that it exports to the US are for freight (trailer) cars. It was mentioned by Sumitomo that wheels for passenger coaches, especially HSR, require higher specifications, and it is the company's strategy to pursue and to be competitive in this market.

Activities: Q&A about Nabtesco Presentation

Date: 16th December 2011

Location: Japan

Present: Japanese Companies, MOR Officials, JICA Officials

Record:

- Other than China where it sells its products directly, Nabtesco sells its products to Japanese railcar producers such as Kawasaki and Hitachi.
- In the case of China, it is carrying out a direct technology transfer for HSR as mandated by its contract.

Activities: Conversation held at Nippon Signal

Date: 16th December 2011



Location: Japan

Present: Japanese Companies, MOR Officials, JICA Officials

Record:

- Nippon Signal was requested by MOR to send more information about its landslide and rock-fall detection systems and Nippon Signal agreed to email such.
- MOR queried whether digital axle counters are used for the Shinkansen. Nippon Signal replied that digital axle counters are being utilized on the many different Shinkansen lines but as a fall-back system.
- MOR then wanted to know if the intermittent brake pattern is applied by the Shinkansen or conventional lines. Nippon Signal replied that the continuous brake pattern is the most advanced type of braking and has already been adopted for both the Shinkansen and some conventional lines. However, the older conventional and Shinkansen lines are still using the intermittent brake pattern. In the case of India, the continuous brake pattern could be provided for its HSR system.

Activities: Q&A about Kawasaki Presentation

Date: 16th December 2011

Location: Japan

Present: Japanese Companies, MOR Officials, JICA Officials

Record:

- MOR expressed its concern on how the cost of the train sets can be reduced. Kawasaki replied that it does not have a clear idea about what the cost-reduction items for India's HSR would be at the present time, but that it is willing to cooperate with MOR to achieve an optimum solution.
- Kawasaki introduced to MOR its advanced HSR the "efset", which is compliant with international standards. MOR queried whether this could be produced in a timely manner as there is no physical prototype. Kawasaki responded that it is possible as a large number of tests have been carried out using highly advanced simulation equipment and that the relationship with their suppliers is good.
- MOR queried whether the same speeds and acceleration could be maintained with Japan's present HSR technology if coaches were manufactured per European or US standards. The reasoning behind this question is that India's railway standards, which are based on European and US ones, might be difficult to change without adversely affecting safety.

- 
- Kawasaki responded by saying that it has great respect for European standards and it is competing against them. On the other hand, if you apply US standards, the trains would be heavier and more expensive. Kawasaki noted that if India's HSR is fully dedicated with a sophisticated signaling system, there is no chance of a collision occurring and therefore no need to have a heavy railcar body. That is the Shinkansen concept. However, if you want to have through operation with conventional lines without a sophisticated signaling system, then you have to consider the possibility of collisions occurring maybe at level crossings or with other trains, meaning you may have to consider heavier and stronger railcar bodies. So, it depends on your concept.
  - MOR agreed that the Shinkansen is without doubt very safe and well proven. However, it mentioned that changing India's standards might not be easy without affecting safety. Therefore, if you have to deal with European or American standards, which India follows, would Japan's HSR be able to maintain the same performance parameters for things such as speed and acceleration?
  - Kawasaki responded saying that is why the "efset" was developed, as it expects that a client may request some standards different from those of Japan, which Kawasaki must comply with if it is to export its technology. For example, in the case of Taiwan, standards different from those of Japan were requested. In response, Kawasaki incorporated different standards that included European ones. Therefore the Taiwan Shinkansen, which looks very similar to the Japanese Shinkansen, is actually different.
  - Regarding power for railcars, according to Kawasaki, two-car units are used to increase the power of car operation up to 350 km/h. It was noted that studies on utilizing 4-car units, with one transformer and 3 to 4 motorcars, were also carried out. However, in this case, the transformer under the floor became too big and could not be accommodated. Therefore, Kawasaki gave up on that idea and decided to adhere to the two-car unit concept. In the case of the two-car unit concept, if one unit fails there is another remaining and is a sufficient redundancy to ensure operational speed can be maintained at acceptable levels.
  - MOR queried about the maximum number of cars that can be accommodated by HSR without compromising speed and acceleration. Kawasaki stated that from its experience the maximum is 16 cars.
  - MOR stated that in India there are many 24-coach trains and would like to know if it possible for HSR to handle this number of cars and requested that Kawasaki try to respond to this at a later time.
-

- MOR noted that Shinkansen cars are wider than European HSR cars and wanted to know the reason for this. Kawasaki responded by saying that in the case of Europe through-operation of HSR and conventional lines started from the beginning and is universal. Therefore, the car size for HSR had to be the same as that conventional rail and is therefore smaller than that of the Shinkansen. In the case of Japan, as the gauge for the Shinkansen is different from that of its conventional rail, the best configuration could be realized.
- MOR mentioned that in India there is high temperatures and humidity and wanted to know if a different maintenance periodicity would be required than what is applied in Japan. Kawasaki stated that in the case of Taiwan it had experienced a number of issues, including higher temperatures and humidity than that of Japan. In the case of India, conditions may be even more severe than Taiwan so that may have to be explicitly considered.

Activities: Q&A About Presentation by Mr. V.K. Singh

Date: 19th December 2011

Location: Japan

Present: Japanese & MOR Officials

Record:

- The Japanese side queried the Indian side on what they thought where the most interesting sites during their visit to Japan. The Indian side replied that the site visit to Aomori was quite impressive, including both the general site and viaduct. In particular, the new kind of slab-track with the opening in the middle, which not only reduces cost but snow accumulation as well, was interesting. Another interesting thing in Japan was that when you bore a tunnel you construct the base of the track in parallel.
- The Japanese side queried whether snow was an issue in India. The Indian side stated that it would not be an issue for HSR lines, but that for conventional trains it is an issue in the Jammu-Kashmir region, where India is undertaking the construction of railway in a big way. In that region India is already running trains at a speed of 120km/h and the terrain is very difficult and similar to that of Aomori, where technologies for viaducts and bridges are required. The snow season lasts for 3 months and everything is closed down during that period.
- The Japanese side wished to confirm whether India would be using standard gauge for its HSR. The Indian side replied that it would be doing so. Although it has been Indian policy to follow a uni-gauge policy for railway till now, where meter gauge was converted to broad gauge, broad gauge will only be used for conventional rail. However, note that some of the narrow gauge on conventional lines will not be removed due to historical reasons.
- The Japanese side expressed an interest in knowing the public opinion in India about HSR, as some people have been saying it is expensive and a high-end mode of transport only for the rich. On the other hand, the Indian government has a policy of inclusive development.
- The Indian side responded by saying that initially there was pressure on politicians not to announce the HSR and they thought there would be public protests. However, it has fortunately been well received, but there are still a few who think that the HSR is for the elite class and not for the masses.
- On the other hand, the Indian side mentioned that Indian Railways is currently facing

serious capacity concerns and is unable to provide tickets to all those who want to travel. For example, the reservation system allows for a two-month prior booking but all the tickets sell out on the very first day before 10am. With economic development, young people want to spend money on comfortable, reliable and speedy transport, with demand for AC coaches going up over the last 5 to 7 years. That is, there is a distinct class of traveler moving to a higher level and in the next 10 years with 6-7% economic growth this segment will want to move to the HSR. This is something that should be kept in mind.

- The Japanese side said that it is willing to contribute to the realization of HSR in India and that it has the technology required for operation and maintenance as well. In this respect, the Japanese side wanted to know if India has any ideas about funding assistance from Japan.
- The Indian side replied that it has yet to decide on funding, as it first must consider in more detail the corridors where it would want HSR and their viability. After the feasibility studies, the design would be understood and therefore the costs and requirements for funding. Until the two important issues of corridor selection and costing are finalized, the Indian side is unable to comment on the funding issue.
- The Japanese side stated that it could provide assistance with the feasibility studies and to which the Indian side expressed its appreciation.
- The Japanese side mentioned that in an Indian budget speech it was clearly mentioned that PPP would be applied for HSR. On the other hand, in today's presentation by the Indian side it was indicated that some of the HSR schemes may be non-PPP. It was then queried on whether, for example, the first HSR line could be government funded.
- The Indian side replied that as a general tool projects will be PPP. However, the National High Speed Rail Authority (NHSRA) will be in place for a long period of time and it will provide funds for projects of national importance under a legal framework. This will enable the possibility of G-to-G funding and is an option that has been kept open.
- The Japanese side asked whether the NHSRA is to be established within the MOR or outside of it. The Indian side stated that all public companies/corporations and authorities come under some government ministry. In the case of the NHSRA, it will come under the MOR. However, its management will be established by an act of Parliament and will therefore be much more powerful than a regular public company or authority.
- According to the presentation by the Indian side NHSRA has four goals. The Japanese side queried whether these have been officially approved and whether they will be mentioned in

---

the next budget speech. The Indian side stated that these goals have already been given to the NHSRA and serve as a roadmap.

- In the presentation implementation strategies were also given. The Japanese side stated that it thought that Option 1 (DBFOT) would be very difficult, as has been shown by the case of the Brazilian HSR. In fact, Brazil is now re-evaluating its implementation scheme. The Indian side also said that it would like to avoid DBFOT, as HSR projects are too large for it and the private sector may not have the risk-taking or funding appetite especially for the first corridor. Therefore, unbundling infrastructure and operations into B&T and DFOT, respectively, seems to be the best way forward, as the size then becomes manageable. The physical infrastructure, which is the most expensive part, will require government funding or support or guarantees. Especially, in the case of the first and second corridors. Depending on the success of those corridors, we can then think of DBFOT for the third to fifth corridors, which may be 20 years in the future.
- The Japanese side queried who approved the roadmap for NHSRA as shown in the presentation and to which the Indian side responded that it was the MOR.
- The Japanese side mentioned that capacity development for railway staff is important for HSR and wanted to know what efforts have been made by MOR in this regard. The Indian side replied that as far as conventional lines are concerned India has a very good system of training for engineers that is time-tested. On the other hand, there is still no system for HSR. Regarding construction, this should not be a problem as India has been completing good tunnel and viaduct projects for elevated railways/metros. During construction, India could incorporate the necessary knowhow for operation/maintenance, which is what has been done for metros in India.
- The Japanese side stated that their impression of Indian Railways is that of a large and successful operation. Therefore, if you introduce HSR system step-by-step, India should be able to operate it. Although the current system is old, with the introduction of a new system your employees will be motivated and proud in doing their work.
- The Indian side queried whether JR East makes a profit from the Shinkansen. To this the Japanese side responded by saying that 30% of JR East's revenue is from non-railway businesses and 70% from rail-related businesses and that the company is profitable overall. Further, it was noted that JR East's business base is the Tokyo metropolitan area, with most of its business being the transportation of commutation trips and is one of the world's largest in those terms.

- The Japanese side noted that in some local areas, for example villages in Aomori, revenue from the HSR is insufficient to cover the construction costs of the Shinkansen. On the other hand, it was mentioned that in the case of the HSR, construction is taken care of by the central government and operation by JR. Its JR's responsibility to make sure that the operation is profitable.
- It was further stated by the Japanese side that JR was privatized 20 years back and the biggest change is JR East's knowhow about making profits based on the services it provides to customers. Some of them use HSR, some of them use conventional lines for commuting, and some go shopping in station buildings. The thinking is that this business model has huge potential.
- The Indian side stated that it was very impressed with Japanese technology and the automatic control machines used for quality control. However, they noted that the Indian operational and climatic conditions are quite different, such as high temperatures and extremely dusty conditions, and therefore design changes may be required and that this should be kept in mind for operation control.
- The Japanese side queried the kind of cooperation India is expecting. For example, construction companies actually build the infrastructure; therefore, is cooperation on a construction basis or technical assistance transfer basis? The Indian side replied that it would need to have technical transfer and this is usually part of the specifications in the bidding documents. It is only then that collaboration with private companies can take place. That is, first there is knowhow, technical transfer, bidding and then an interface with the private companies.
- The Indian side mentioned that it found from a purely urban transportation viewpoint that there is lot of synergy between the various transportation organizations in Japan. For example, Japan has rail stations, subways, buses, etc. interfacing smoothly with each other. Where does this integrated and holistic approach come from? Which agency takes care of the interests of the stakeholders and comes up with a plan for everyone. How do you do that in Japan?
- The Japanese side stated that it is very difficult to answer, as private companies come up with what they think is effective for managing transport and they recognize that interfacing with each other is important and in everybody's interest. National and local governments work together instead of there being one person or body. That is, in Japan, the respective bodies are able to work and come up with the major output that is required via consensus.

- 
- Japan also has a long-term transportation plan that is developed by the country and which serves as a strategic guideline. In the case of stations and the areas around them, this is dealt with by the local governments. For example, in the case of Shinjuku Station, the bus terminal being built there is being funded by the national government but is being carried out by local government and related entities.
  - Moreover, the Japanese private sector also works together. SUICA, which is an IC multi-modal card, is used by JR, buses, taxis, and for shopping.
  - In the case of Tokyo Metro and JR, there is joint cooperation and this sort of concept could be introduced into India for example between Indian Railways and Delhi Metro.



---

## 7. 総括と提言

---

## 7. 総括と提言

### 7.1. インドにおける高速鉄道事業化に向けた提言

#### 7.1.1. 総括と提言

調査結果をふまえ、インドにおいて本邦技術を活用した高速鉄道の事業化を進めるうえでの留意点と課題、日本の支援の方向性について、以下に示す。

#### (1) インドでの高速鉄道プロジェクト成功のカギ

インドで高速鉄道プロジェクトを立ち上げるためには、パイロットプロジェクトとなる最初の路線での事業を成功に導くことが必須である。そのためには、最も経済性の高い路線の選定とともに、信頼性の高いシステムの導入、円滑な土地収用や予算措置により、最初の高速鉄道プロジェクトを成功例とすることが重要である。

路線1の通過するグジャラート州、マハーラーシュトラ州の行政担当者へのインタビューを通じ、高速鉄道計画実現への意欲が高く、また産業誘致や地域開発計画、沿線開発計画による需要の見込み、また用地買収への協力や財政支援への前向きな意向も確認された。

ただし、MORによると、プレ F/S におけるムンバイ～アーメダバード間の IRR は 13～14% 程度と、東京～大阪間と同程度の人口規模を擁するにもかかわらず、決して高いものではない。従って、高速鉄道事業そのものの収益性のみならず、予算措置への州政府の円滑な支援、あるいは沿線開発事業による需要喚起や関連事業からの収益補填など、様々な経営安定策を検討する必要がある。

また、高速鉄道計画の推進に対する積極性は州ごとに若干の差がみられるため、以下の事項について、関係州政府との意見調整が必要と考えられる。

- ・ 州政府が独自に開発特区や地方都市への HSR 路線構想を持っていることもある。HSR 計画は中央政府のものだが、中央政府と州政府の構想のすりあわせも必要と思われる。
- ・ 建設、および運営に対する州政府の出資、用地買収への協力などが鍵である。
- ・ 州をまたぐ路線においては、産業の移転といった不利益の生じないように、沿線開発計画も含めた州同士の調整が課題となりうる。

#### (2) インドにおける展開に向けて

##### 1) 新幹線システムの提案シナリオ

日本の新幹線技術をインドに展開するためには、既述の日本の新幹線方式の強みと弱みを理解した上で、インドにアプローチすることが必要である。特に、技術面においては、UIC 基準ではなく独自の方式として発展してきた日本の新幹線システムが、システム選定で以下のような不利益を受けない状況を作り出すことが重要である。

- 
- ・ヨーロッパ基準で提示され、仕様上排除されてしまう
  - ・新幹線基準が、ヨーロッパ方式と同等以上であることの証明が必要とされる

そのためには、仕様決定前のあらゆる機会を通じて、「高速旅客専用線」として発展してきた新幹線システムの安全コンセプトと特徴、それに基づいたシステム構築により、インドが求める「高い安全性・安定性」「高速大量輸送」「環境適合性」のすべての点で、世界一の性能と実績を示してきたことを、インド政府に十分理解してもらい、システム選定にあたっては、ヨーロッパ基準に基づくシステム仕様提示ではなく、性能による仕様競争が実施される環境整備をすることが必要である。

具体的には、先ず「高速旅客専用線」方式が、インドの高速鉄道に必須の方式であることを理解させなければならない。幸い現状では、インドの高速鉄道の方向性も、「高速旅客専用線」を指向しているが、次のようなシナリオを展開し裏付けし、新幹線技術の優位性への理解を促進する。

- ① 高速鉄道方式には、大別し二つの方式があるが、ヨーロッパは「在来線活用方式」を主体に、また日本の新幹線は、「高速旅客専用線」方式で進めてきた。
- ② 高速鉄道での最大の課題は安全の確保であり、在来線活用方式は、在来線の安全レベルが一定水準にあることが必要条件である。
- ③ 在来線活用方式は、インドが求める「輸送力の飛躍的な増強」に対応できない。
- ④ 「高速旅客専用線」方式は、既存の技術レベルから最新技術レベルに飛躍が可能であり、インドが求める「高い安全性・安定性」「高速大量輸送」「環境適合性」等に、優位性を持つ。
- ⑤ また在来線の改良で、最高速度 200km/h 程度の準高速列車を運行するためには、踏切の排除や ATC 等の保安システムの整備など、高速鉄道の新設と同等の改良が必要となる。
- ⑥ デリーメトロは、インドの鉄道プロジェクトの成功事例であるが、これも在来線から独立した路線とし、最新の技術を導入したことが、成功の重要要因である。
- ⑦ インドの高速鉄道は、「高速旅客専用線」とすることが必須である。
- ⑧ 新幹線技術は、「高速旅客専用線」のコンセプトのもとに、高信頼度の「保安システム」による衝突事故の徹底的な排除と、「電車方式」の導入により、世界で最も優秀な「安全性・安定性」「高速大量輸送」「環境適合性」等の実績を持つ。
- ⑨ 「インド鉄道ビジョン 2020」に示されているインドの高速鉄道のニーズも「安全性・安定性」「高速大量輸送」「環境適合性」であることを踏まえると、新幹線方式が最適解である。

- ⑩ 新幹線方式では、「保安システム」「電車技術」のコア技術とともに、各種の優れた要素技術（3.2.4 参照）が確立された。
- ⑪ 新幹線システムは、「開業以来 47 年間以上、旅客死亡事故ゼロ」、「一列車あたり平均遅延時分 1 分以下」の 2 つのシンボリックな実績で示される「安全性・安定性」の優位性に加えて、「運営経費」と「建設費」の削減に寄与する「輸送の効率性」と「コンパクトなインフラ」の 2 つの特性についても他国の高速鉄道に比し、大きな優位性を有している。（3.5.1 参照）
- ⑫ 新幹線システムは、最新技術を取り入れながら、新たなニーズに応えるべく、速度・輸送力・快適性の向上等の観点で継続的に進化している。また日本のシステムサプライヤーは、線区の自然環境や社会環境の変化に応え、システムを事業者のニーズに最適化する技術に、非常に優れている。
- ⑬ インドの高速鉄道に対するニーズがどのようなものであっても、新幹線システムの優れた要素技術を統合することで、インドに最適な「高速旅客専用線」のシステムを構築することができる。

## 2) コストダウンに向けて

高速鉄道は、膨大な建設費を要するプロジェクトであり、その実現と健全な運営にはコストダウンの視点も重要である。日本の環境に最適化された最新の技術が、必ずしも必要でない場合もある。これらの点を考慮しながら、システム全体のコストダウンに努める必要がある。

例えば車両関係では、以下のものが考えられる。

- ・高速車両における車体傾斜装置は、曲線半径 4000m 以下の急曲線に対応するために装備されている。新線建設時にこのような急曲線を排除することが可能であれば、必要ない。
- ・日本の独自技術の一つでもある座席の自動反転機構も、短時間での折り返しには不可欠であるが、安定して機能するためには座席周りに荷物が置かれていないことが条件になる。終着時の室内の状況や運用間合時などを考慮し、不要の場合は省略できる。

そのほかにも、環境適合技術である先頭形状やパンタグラフカバー、動揺防止対策のアクティブサスペンション等の技術、トイレや洗面設備等の接客設備についても、求められる環境基準や快適性水準等により、要否を検討する必要がある。

その他の要素技術についても、インドの要求水準を把握したうえでインド用にカスタマイズするなど、コストダウンの視点による配慮が重要である。

---

### (3) 高速鉄道の経営に関わる日本の経験

本邦研修および第三次現地調査における MOR 財務担当者との協議を通じ、日本においても新幹線経営の見通しは決して明るいものではないことについて、共通認識が得られた。

新幹線の収益性において最も重要なカギとなるのは、確実な乗客の確保であり、通勤利用のための利便性向上も、首都圏近郊の路線では重要な要素である。それを支えるのは高頻度運行、定時性、速達性の実現が不可欠であり、専用線を走行し、高度でかつ信頼性の高い管制システムを備えた新幹線システムがあつてこそ、初めて可能となるものである。

あわせて、不動産や商業施設などからの収益確保、競争性の高い料金設定を可能とする料金制度などでも、日本は長年経験を積み重ねてきた。

### (4) 諸外国の事例にみる PPP の問題・課題

MOR の見解による高速鉄道整備スキームの概略では、上下分離で土木・軌道を公共事業として整備し、鉄道の運営を PPP で行うことを考えている。

一方、諸外国の事例にみる PPP による高速鉄道運営では、どの事例においても公的資金の投入、事業の中断、あるいは中断が許されず赤字経営を続けるなどのトラブルを抱えている。PPP は契約上の構造的問題や不透明性、資金繰りにおける非効率性、世界不況などの外的要因による収益性の悪化（ポリティカルリスク）などのリスクを抱えている。

PPP を前提とした高速鉄道事業の継続性を確保するためには、鉄道事業自体の収益性向上のための諸施策の導入とともに、公的財政支援投入のための様々な政策や、商業施設運営や不動産開発など、関連事業からの収益補填といった施策も必要と考えられる。

これをふまえ、今後インドにおいて PPP による高速鉄道事業を実現するためには、NHSRA の法務・財務担当実務者のキャパシティビルディング促進、特に PPP による案件形成、事業計画立案、プロジェクトストラクチャリングなどのノウハウ蓄積を進める必要がある。

なお、インドの鉄道事業者による関連事業の経営や商業施設開発、柔軟な料金設定などについて、法的な制約などの確認も含めて、法制度面の環境についても検討が必要である。

### (5) 日本の支援の方向性

日本による支援は、土木、軌道、運営・維持管理に関わる技術支援や技術移転、財政支援とともに、PPP による高速鉄道運営を前提とした契約管理のノウハウ、法制度構築への支援も必要である。また、鉄道事業のみならず、関連事業のビジネスモデル構築に関わるノウハウの紹介も必要である。ただし、MOR への専門家派遣は困難とのことで、NHSRA への日本人アドバイザー（JICA 専門家）の受け入れについて、現地 JICA 等を通じた働きかけが、今後とも必要である。

また、技術規準や規格の制定を担当する実務レベルの担当者や、PPP 事業推進における法務・財務担当者を対象とした、本邦研修による技術移転も考えられる。

これらをふまえ、今後検討すべき日本の支援の方向性として、以下の事項が考えられる。

- ・ RDSO への JICA 専門家派遣や、RDSO 実務者の本邦研修など、高速鉄道の技術規準、規格の制定に関わる RDSO との協働。
- ・ ライフサイクルコストの縮減に寄与する新工法、新技術の提案。
- ・ JICA 専門家による PPP に関わる法制度、実施細則の整備、中長期的な高速鉄道事業展開のロードマップの策定など、政策・ツール開発への技術協力。
- ・ PPP 事業の案件形成、事業計画立案、プロジェクトストラクチャリングなどに関わる、他国の事例研究をテーマにした本邦研修の実施。

なお、本邦企業による高速鉄道車両の現地生産が、本邦技術の競争力確保のための重要なカギであるが、インドの複雑な税制、高い関税、また近年の円高も日本企業の進出にあたっての阻害要因となっている。

従って、税制や規準・規格制定など、日本の民間企業による対応が困難なハイレベルの課題解消に向けて、JICA の様々な支援スキームやコネクションを活用し、本邦高速鉄道技術のインドへの展開を支援する取り組みが必要である。

#### 7.1.2. 本邦技術の優位性と、キーとなる技術

インドにおいて本邦技術を活用した高速鉄道の事業化を進めるうえで、本邦技術の優位性とキーとなる技術について、以下に整理する。

##### (1) 日本の新幹線システムの優位性

###### (a) 電車技術

- ・ 旅客需要や地形条件等の様々なニーズに対応した多様な車両開発の経験を生かし、インドのニーズに最適化された柔軟な技術開発が可能である。
- ・ 土木費の縮減に寄与する軽量な車体、信頼性の高い高速台車、様々な地形条件や輸送力などのニーズに最適化された動力システムの開発実績により、効率的な輸送を実現できる。
- ・ 長年の実績を通じて培われたメンテナンス体系と、ハード・ソフトの両面にわたる故障対策ノウハウにより、運行信頼性、ひいては事業継続性に寄与する。

###### (b) 保安システム

- ・ 信頼性の高いデジタル ATC システムの導入により、安全性の向上、ならびに車両の軽量化とそれに付随する様々なメリットを享受することができる。

###### (c) 運行管理システム

- ・ 信頼性の高い CTC システムの導入、OCC システム運営の実績を生かした、運行管理の

---

安全性の向上、効率化、省力化へ寄与することができる。

**(d) 地震対応システム（早期検知システム・車両対策）**

- ・震災リスクの高い地域を通過する区間について、日本の地震対策の考え方を導入し、災害リスクを最小化する。

**(2) 土木・軌道構造に関わる優位性**

**(a) 日本の土木構造物の耐震設計基準、耐震補強技術**

- ・震災リスクの高い地域、軟弱地盤上を通過する区間について、土木・軌道構造物に対する地震被害リスクを最小化し、事業継続性を高める。

**(b) スラブ軌道の施工技術、地盤改良工法**

- ・スラブ軌道採用の長い経験と海外展開に関わる実績を活用し、施工に関わる品質向上、工期短縮を図るとともに、インドの軌道敷設技術向上に寄与する。
- ・軟弱地盤における軌道構造の安定性を向上し、保守の低減、ならびに運行の安全性向上に寄与する。

**(c) ロングレールに関する技術（溶接技術）**

- ・軌道構造の弱点となるレール継目を省略することで、保守の低減、ならびに運行の安全性向上に寄与する。
- ・溶接部の延命化、ならびにレールの疲労寿命の把握などによる保守の適正化を図ることで、維持管理費の低減に寄与する。

**(3) 高速鉄道の運営組織強化ならびに法制度構築に関わる日本の経験**

- ・高速鉄道の計画策定、運営に関わる予算措置等において、日本の新幹線運営における経験を生かし、事業の適切な運営、長期計画の達成によるインドの発展に寄与する。
- ・MOR、NHSRA ならびに RDSO へのアドバイザー派遣や実務担当者への本邦研修を通じ、インド関係機関の能力向上、日本の規格の採用促進、ならびに両国協力関係の円滑化に寄与する。

**(4) 財務ならびに経営に関わる日本の経験**

- ・大都市圏や産業回廊において、日本の新幹線システムを前提とした、収益性の高い運行を行うことで、事業安定性が向上する。
- ・商業施設経営や不動産開発など、関連事業の経営ノウハウを導入し、収益を確保することで、高速鉄道事業の経営安定性に寄与する。

## 7.2. 今後の検討課題

実施機関となる MOR 及び NHSRA に対し、日本の新幹線システムの優位性の理解促進、ならびに高速鉄道事業の計画、実施、運営に関わる本邦の技術移転やノウハウの提供が必要となる。

本調査を通じて把握したインドにおける現状、ならびに MOR からの要望をふまえ、今後対応が必要となる事項を、以下に列記する。

### (1) 日本の新幹線システムの優位性についての理解促進

現時点で MOR が想定している上下分離方式において、日本の新幹線システムが採用されるためには、土木コストまで含めた総工費での優位性を示す必要がある。そのため、新幹線システムの特徴とそれを形成する技術について、理解促進を図る必要がある。

- ・各国システムとの比較も含めたシステムの特徴や優位性
- ・ハード技術を支えているメンテナンス技術
- ・高速運行、安全性、信頼性に寄与する人材教育・訓練の手法について

### (2) 土木・軌道構造に関わる最適案と維持管理費の提示

プロジェクト実施路線における自然条件、社会環境等の諸条件をふまえた、最適な構造形式の提案が必要である。また、PPP による高速鉄道の運営を前提として、耐震技術や軟弱地盤対策、ロングレール化に関わる技術など、構造物のライフサイクルコストの低減に寄与する工法、最適な維持管理計画の提案が不可欠である。それらに関し、インドに適した仕様、建設費や維持管理費の試算、また日本の新幹線における維持管理費の例示などが必要である。

なお、インドには高速鉄道の運行を前提とした設計基準は存在しないことから、関連する設計基準、耐震設計基準などの収集と分析、また構造物の維持管理に関わる技術水準についても、分析を深めていく必要がある。

### (3) 高速鉄道の運営組織ならびに法制度に関わる課題の情報収集と提案

2012年度内に設立が予定されている NHSRA については、高速鉄道事業の運営経験は無く、また予算確保や事業計画・実行に関わる政治力や技術力についても、未知数である。従って、NHSRA の組織体制、予算、事業実施能力に関わる情報収集を、引き続き行っていく必要がある。特に、高速鉄道事業への本邦技術導入にあたり障壁となる制度面での課題と、NHSRA による解決可能性について、情報収集が必要である。

本邦技術を活用した JICA 支援のロードマップを提示し、HSR 導入シナリオをふまえた日本とインドの役割分担や JICA の支援スキームの提示、NHSRA の組織強化や実務担当者の人材育成を進めるため、JICA の人材育成スキームについて、協働を促進する必要がある。



---

#### **(4) 高速鉄道事業の実施に関わる財務ならびに経営に関わる分析と提案**

高速鉄道事業の事業費の確保、ならびに経営安定性の確保のためには、中央政府と州政府による事業費の分担や、事業継続性をふまえた PPP 事業スキームの検討など、長期的な財政計画構築に対する支援が必要である。また、関連事業からの収益補填など、日本の鉄道事業者によるビジネスモデルの提示も必要である。

なお、インドの経済情勢は必ずしも見通しが明るいというわけではなく、PPP による高速鉄道の事業サイクルをふまえると、中長期的なインドの政治的安定性、国家経済情勢、鉄道関連の財政状況についても引き続き、注意する必要がある。

また、インドでは税制が急変することもあり、財務専門家による関連制度の今後の動静について、注意する必要がある。

- ・インド鉄道ビジョン 2020 に示された高速鉄道整備長期計画に対する財務分析と長期投資計画の提示。
- ・日本の新幹線あるいは民間鉄道事業者におけるビジネスモデルをインドへ導入する際の課題分析、ならびにビジネスモデルの提案。
- ・JICA、JBIC、その他金融機関による支援・融資スキームの整理と長期計画への適用計画の提示。

#### **(5) 本邦鉄道事業者の参画を促す仕組みの構築**

日本の新幹線システムの円滑な導入を図るうえで、高速鉄道運営の豊富なノウハウを持つ日本の鉄道事業者の参画が重要である。しかし、民間企業の参画にあたっては様々な障壁が考えられ、鉄道事業者の参入を促すための、民間への支援方策の検討が必要である。

- ・事業採算性や為替リスクなど、事業リスクの分担
- ・高速鉄道事業者の資金調達の実現性を向上するための支援

---

添 付 資 料

---

---

## 添付資料 1 ー 面談者一覧

---

添付資料 1 面談者一覧

Name	Position	Date of Meeting
<b>インド国政府機関・企業・関係団体</b>		
<b>Embassy of Japan (日本大使館), New Delhi</b>		
Mr. Mamori Fukada (深田 遵)		31-Oct-11
<b>JICA India Office (JICA インド事務所), New Delhi</b>		
Mr. Hiroshi Suzuki (鈴木 浩)	Senior Representative	31-Oct-11
Mr. Taro Okawa (大川 太郎)	Representative	31-Oct-11
Mr. Yuichiro Sano (佐野悠一郎)	Representative	31-Oct-11
Mr. Sanjeev Moholkar	Lead Development Specialist	31-Oct-11
<b>Ministry of Railways, New Delhi</b>		
Mr. Vinay Kumar Singh, IRSE	Executive Director, PSU	31-Oct-11
Mr. Jagmohan Gupta	Executive Director Finance (Budget)	31-Oct-11
Mr. B.N.Rajasekhar	Adviser (Planning)	31-Oct-11
Mr. Surinder Pal, IRSE	Executive Director, Civil Engineering (Planning)	5-Dec-11
Mr. K. Vinayak Rao	Executive Director, Finance (Expenditure)	5-Dec-11
Mr. Niraj Kumar	Executive Director (Perspective Planning)	5-Dec-11
Mr. Pradeep Kumar	Executive Director (Signal Project)	5-Dec-11
Mr. Nihar Ranjan Dash	Director, Electrical Engineering (Development)	5-Dec-11
Mr. Mukund Kumar Sinha	Director, Planning Mechanical Engineer	5-Dec-11
Ms. Archana Mittal	Director, Mechanical Engineer (Freight)	5-Dec-11
Mr. Sanjay Bajpai	Secretary to General Manager, Deputy General Manager, Northern Railway	5-Dec-11
<b>BITES Limited, Gurgaon, Haryana</b>		
Mr. Jatin Sarkar	General Manager Special Projects	31-Oct-11
Mr. P.K. Gupta	General Manager (Track & Survey)	31-Oct-11
Mr. Sanjay Mishra	C.T.P.M, Eastern Railway	17-Jan-12
Mr. Pradeep Kapoor	Jt. General Manager (Transport Economist)	17-Jan-12
Mr. Sumit Sinha	Director (Technical)	24-Feb-12
Mr. Rajeev Mehrotra	Managing Director	24-Feb-12
Mr. M.K.Sharma	AM (T&E)	24-Feb-12
<b>IRCON International Limited, New Delhi</b>		
Mr. Deepak Sabhlok	Director (Projects)	1-Nov-11
<b>Delhi Mumbai Industrial Corridor Development Corporation Limited (DMICDC) , New Delhi</b>		
Mr. Amitabh Kant, IAS	CEO & MD	1-Nov-11
Mr. R.K. Bansal	Advisor- Railways	1-Nov-11
Mr. Abhishek Chaudhary	Company Secretary	1-Nov-11
<b>Rail Coach Factory (RCF) (Ministry of Railways), Amritsar, Punjab</b>		
Mr. Rajnish Bansal, IRSME	Secretary to General Manager	4-Nov-11
Mr. Prakash Butani	Chef Planning Engineer	4-Nov-11
<b>Research Design &amp; Standards Organisation (RDSO) (Ministry of Railways), Lucknow, Uttar Pradesh</b>		
Mr. Rajesh Kumar	Executive Director, Urban Transport & High Speed	8-Nov-11
Mr. Aniruddh Gautam	Executive Director, Industrial Development	8-Nov-11
Mr. Harsh Khare	Director (Electrical), Urban Transport & High Speed	8-Nov-11
Mr. Sunil Kumar Gupta	Director (Civil)	8-Nov-11
Mr. Kaushal Kumar	Director Signaling	8-Nov-11
Mr. B.K. Shrivastava	Director Laboratory	8-Nov-11
Mr. Sanjiv Swarup, IRSEE	Executive Director / Standards Electrical	5-Dec-11
<b>Mitsubishi Corporation New Delhi Branch, New Delhi</b>		
Mr. Koichi Hattori (服部 幸一)	General Manager, New Delhi Branch	12-Jan-12
Mr. Shinji Hikasa (日笠 伸治)	General Manager, Transportation Systems Unit Ship, Aerospace & Transportation Systems Division	12-Jan-12

Name	Position	Date of Meeting
<b>Planning Commission, New Delhi</b>		
Dr. Manoj Singh	Advisor (Transport)	16-Jan-12
<b>National Transportation Planning Committee (NTDPC), New Delhi</b>		
Mr. B.N.Puri	Member Secretary	17-Jan-12
<b>Bjarat Earth Movers Limited (BEML), Bangalore, Karnataka</b>		
Mr. Ashokan	Chief General Manager	17-Jan-12
Mr. Manjunathan	General Manager	17-Jan-12
<b>Gujarat Infrastructure Development Board (GIDB), Gandhinagar, Gujarat</b>		
Mr. A.K. Sharma, IAS	Chief Executive Officer	19-Jan-12
Mr. Shardul Thakore	Senior Manager	19-Jan-12
<b>Delhi Metro Rail Corporation Limited (DMRC), New Delhi</b>		
Mr. P.K.Pathak	Deputy General Manager/ Operation	20-Jan-12
Mr. Mukesh Kumar	Vice Principal/ Manager/ Training/ RS	20-Jan-12
<b>Toshiba India Private Limited, Gurgaon, Haryana</b>		
Mr. Norio Koishikawa (小石川典生)	General Manager, Railway Systems, Special Infrastructure Systems Division	20-Jan-12
<b>Integral Coach Factory (ICF), Chennai, Tamil Nadu</b>		
Mr. Abhay Kumar Khanna	General Manager	23-Jan-12
Dr. S.Ram Prakash	Chief Medical Superintendent	23-Jan-12
Mr. Hemant Kumar	Chief Mechanical Engineer	23-Jan-12
Mr. S.C.Parhi	Chief Security Commissioner	23-Jan-12
Mr. M.Salvaraj	Chief Engineer	23-Jan-12
Mr. JSP Singh	Chief Electrical Engineer	23-Jan-12
Mr. Vijay P Meshram	Controller of Store	23-Jan-12
Ms. Meera Nageswaran	Financial Advisor & Chief Account Officer	23-Jan-12
Mr. L.N. Prasad	Chief Design Engineer (Electrical)	23-Jan-12
Mr. S.Srinivas	Chief Design Engineer (Mechanical)	23-Jan-12
<b>Bombardier Transportation India Limited, New Delhi</b>		
Mr. Sriram Raju	Director- Sales	24-Jan-12
<b>Kawasaki Heavy Industries, Ltd. Delhi Representative Office, New Delhi</b>		
Mr. Takao Suto (周藤 孝夫)	Chef Representative, Delhi Representative Office	16-Feb-12
Mr. Akira Kimura (木村 朗)	Representative, Delhi Representative Office	16-Feb-12
<b>Bombardier Transportation India Limited Savil Site, Vadodara, Gujarat</b>		
Mr. Amit Yadav	Director, Production	17-Feb-12
Mr. Richard Melanson	Director, Purchasing	17-Feb-12
Mr. Vivek Trivedi	Head, Technical Services	17-Feb-12
<b>Government of Bihar, Patna, Bihar</b>		
Mr. Navin Kumar	Chief Secretary	21-Feb-12
<b>Government of Maharashtra, Mumbai, Maharashtra</b>		
Mr. Ratanakar Gaikward	Chief Secretary	22-Feb/12
Dr. Shailesh Kumar Sharma	Principal Secretary for Transport	22-Feb/12
Mr. Thomas C. Benjamin	Principal Secretary, Urban Development Department	22-Feb/12

Name	Position	Date of Meeting
<b>日本国内企業・関係団体</b>		
<b>日本鉄道車両輸出組合 (JORSA)</b>		
倉澤 泰樹	業務部長	20-Sep-11
<b>三菱重工業株式会社</b>		
下田 城	機械・鉄構事業本部 新事業プロジェクト室 室長代理	27-Dec-11
藤岡 健三	機械・鉄構事業本部 新事業プロジェクト室	27-Dec-11
吹原 正晃	機械・鉄構事業本部 事業本部長代理	27-Dec-11
<b>株式会社東芝 社会インフラシステム社</b>		
河野 力	鉄道・自動車システム事業部 鉄道システム統括部 海外鉄道営業第一部 第二担当 グループ長	28-Dec-11
長谷川 正人	鉄道・自動車システム事業部 鉄道システム統括部 海外鉄道営業第一部 第二担当 主務	28-Dec-11
大野 宏征	鉄道・自動車システム事業部 鉄道システム統括部 鉄道システム技術部 鉄道システムエンジニアリング担当 課長	28-Dec-11
<b>株式会社日立製作所</b>		
三原 均	海外プロジェクト統括本部 兼 海外交通営業本部 海外第一部 部長	5-Jan-12
松本 雅一	交通システム事業部 車両システム本部 担当本部長	5-Jan-12
垣田 昌俊	海外プロジェクト統括本部 兼 海外交通営業本部 海外第一部 主任	3-Feb-12
堀畑 勝利	交通システム事業部 車両システム本部 海外技術部 主任技師	3-Feb-12
<b>公益財団法人鉄道総合技術研究所</b>		
下村 隆行	車両構造技術研究部 車両運動 主任研究員	7-Feb-12
<b>住友金属工業株式会社</b>		
名倉 宏明	交通産機品カンパニー 製鋼所 鉄道台車製造部 第一台車設計室長	10-Feb-12
<b>三菱電機株式会社</b>		
武者 圭治	社会システム海外事業部 海外交通第二部 担当部長	7-Mar-12
小林 徹	社会システム海外事業部 海外交通第二部 次長	7-Mar-12

---

添付資料 2    ー    議事録

---

## **1. Introduction**

A team of experts from the Japan International Cooperation Agency (hereafter referred to as the Team) arrived in New Delhi on 31<sup>st</sup> October 2011 to begin the collection of information and data over a period of twelve days for the first field visit of the “Needs Survey on High Speed Railway and Skills in India”. This memorandum contains a summary of the hearings and interviews with government officials and organizations in New Delhi, Kapurthala and Lucknow, together with a description of on-site activities, and will form part of the Team’s reporting.

## **2. Activities for 31<sup>st</sup> October 2011**

On this date, meetings were held with JICA and the Embassy of Japan at 9:00am and 11:00am, respectively, to kick-off the first field visit. Subsequently, meetings were held respectively with RITES and the Indian Ministry of Railways at 12:00pm and 4:00pm, and which are summarized below.

**Location:** RITES, Gurgaon

**Time:** 12:30 to 13:30

**Present:** RITES- Jatin Sarkar (GM-Special Projects), P.K. Gupta (GM-Civil)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Asst.), Naresh Kumar (Project Asst.)

**Record:** The Team introduced its members and described the purpose of the JICA Survey. After that, the following discussion took place:

- The Team queried RITES on the possible sources of information regarding the status of proposals/plans for High Speed Rail (HSR) in India and whether any official or white papers are available on this. According to RITES, as this is a relatively new topic, there is still relatively little concrete information in existence.
- However, RITES stated that the Indian Government is serious about HSR and the concept of HSR corridors has been accepted. In fact, it was stated that pre-feasibility studies for the following routes have been completed:
  - Ahmedabad-Mumbai-Pune
  - Howrah-Haldia
  - Delhi-Patna
- As a result, it is expected that INR 600 to 800 billion is to be recommended for HSR in the 12<sup>th</sup> Five-Year Plan, which should be available within a month or two. Funds would come from government, the private sector, and loans.
- Instead of MOR/IR, there may be a new entity to carry out the execution and operation of HSR trains in a setup similar to that of the Dedicated Freight Corridor Corporation.
- It was agreed that it is important to introduce HSR technology suitable for India and that training arrangements, facilities and technology transfer need to be made available.
- RITES suggested the Team meet Mr. Ranjan Jain (Advisor Infrastructure) of the Railway Board to exchange and collect more information about HSR planning.
- RITES also recommended that the Team talk with the Planning Commission of India, as they and not MOR are ultimately responsible for transport planning. It is suggested that the Team meet with Mr. Manoj Singh (Advisor Transport) at the Planning Commission.
- At the Team’s request, RITES will assist in providing information for the preparation of documentation regarding HSR in India. As Mr. Sarkar is a member of a government sub-committee dealing with this issue, he is willing to introduce the Team to B.N. Puri of the National Transportation Development Planning Committee.
- Finally, RITES requested that some of its engineers be allowed to participate in the training and seminars sponsored by JICA that are to be held in Japan in Dec. 2011.

**Location:** Ministry of Railways (Railway Board), New Delhi

**Time:** 16:00 to 17:00

**Present:** Railway Board- B.N. Rajshekhar (Advisor Planning), V.K. Singh (Exec. Director-Public Sector Undertakings)



JICA- Hiroshi Suzuki (Sr. Representative- Delhi Office), Keisuke Fukui (Asst. Director- South Asia Dept.), Nobuhiro Kurose (Deputy Director- Economic Infrastructure Dept.), Yuichiro Sano (Representative- Delhi Office), Taro Okawa (Representative- Delhi Office), Sanjeev Moholkar (Lead Development Specialist- Delhi Office)

JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Asst.), Naresh Kumar (Project Asst.)

**Record:** The Team introduced its members and described the purpose of the JICA Survey. After that, discussions focused on the following issues:

- The collection of information on the status of HSR in India, including the 12<sup>th</sup> Five-Year Plan and any official or white papers that may be available.
- The holding of HSR training and seminars in Japan for about two weeks in December 2011 for 10 to 20 Indian experts to be nominated by MOR.
- The holding of a HSR workshop in India either in January or February 2012 for two days for about 100 participants to be nominated by MOR.
- JICA stated that Japan is interested in supporting Indian HSR and would like to cooperate in developing a roadmap for this purpose.
- Therefore, JICA's Team would like to explore possibilities for Indian and Japanese collaboration as part of its survey, with the intention of clarifying the needs of India for HSR technology that would take into consideration not only hardware but also software issues such as management structure and finance.
- To achieve the preceding, JICA's Team would like to hold discussions and collect inputs and opinions from various organizations and expressed its desire to visit IRCON, the Kapurthala rail coach factory, and RDSO in Lucknow.
- MOR agreed to provide a letter so the Team could visit the abovementioned organizations and sites.
- MOR stated that it has just started working on HSR and is still examining the various technical and financial aspects, and that it intends to form a core team of experts to engage the Japanese side. JICA agreed that this is a good idea and would like to establish a long-term interface to hopefully realize the successful implementation of HSR.
- As for the training and seminars in Japan, the Team and MOR will hold discussions to finalize the details for this.



### 3. Activities for 1<sup>st</sup> November 2011

On this date, meetings were held with the Railway Board and IRCON. Below is a record of these activities.

**Location:** Ministry of Railways (Railway Board), New Delhi

**Time:** 11:00 to 12:30

**Present:** Railway Board-V.K. Singh (Exec. Director-Public Sector Undertakings)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Railway Board handed the Team an official letter enabling them to visit the organizations and sites it wishes to see.
- The Team then gave the Railway Board a detailed program for the Training and Seminar Program in Japan.
- After examining the above program, Mr. Singh stated that he would like it to address the following:
  - The policy framework & institutional mechanisms for HSR in Japan
  - Legislation implemented and changes over time
  - The history of Japanese HSR
  - Lessons learnt by Japan and improvements to the HSR system
  - Organizational structure
- Mr. Singh also suggested that the following locations be visited during the proposed Training and Seminar Program:
  - Control room in Tokyo
  - Tokyo Station to see platform layouts, commercial development around station, ticketing, and to obtain information about mobile phone and train service interfaces
  - Akashi Bridge
  - Electrical sub-station
  - Train maintenance depot
- It was decided that the Indian experts going to Japan should be divided into two groups:
  - One group would consist of 2 civil engineers, 2 finance experts, 1 signal engineer and 1 telecoms engineer.
  - The other group would consist of 2 electrical engineers, 2 mechanical engineers and 2 operation experts.

**Location:** IRCON, New Delhi

**Time:** 17:30 to 18:30

**Present:** IRCON- Dilip Sabhlok (Director-Projects)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:** The Team introduced its members and described the purpose of the JICA Survey and the training, seminars, and workshop that will be held by it. Mr. Sabhlok then introduced IRCON and explained that it is essentially a general contractor owned by the Indian government and that they work not only on rail projects but on highway and airport projects as well. After that, the following points were made from the subsequent discussion that took place:

- Six HSR corridors for which pre-feasibility studies (Pre-FS) are being carried out under the MOR and they are as listed below, with IRCON doing the Pre-FS for the first four corridors and MOR the Pre-FS for the last two corridors.
  - Delhi –Patna (inception report 1 completed)
  - Howrah-Haldia (draft final report completed)
  - Hyderabad –Chennai (consultant being selected)
  - Chennai –Trivandrum (consultant being selected)
  - Pune –Mumbai –Ahmedabad (completed)
  - Delhi –Amritsar (completed)
- All Pre-FS work, which consists of preparing two inception reports, a draft final report, and a final report, should be completed around the end of next year at latest and it is expected that PPP will be applied in implementing these projects.

- Mr. Sabhlok stated that all of the final Pre-FS reports for the six corridors will receive a comprehensive review and the most suitable HSR technology selected.
- Projects costing more than INR 500 million require Planning Commission approval.
- As for the manufacturing of HSR coaches, technology transfer will be needed; although, these coaches will need to be imported initially for a certain amount of time (perhaps a decade).
- As for HSR track, it has been essentially decided to go with standard gauge, as it is being used by all HSRs throughout the world and has a proven safety record. That is, trying to apply broad gauge would require extensive testing and trails and is expected to be ruled out for India's HSR. In fact, reporting for the Howrah-Haldia Line was revised to have standard gauge as the required type of track.
- It was noted that some state governments, such as Kerala and Karnataka, are planning HSR on their own, with a plan for HSR to run from Trivandrum to Mangalore.
- In addition to HSR, India is also trying to upgrade existing track so it can operate at speeds up to 150 km/h. In this regard the following comments were made by IRCON:
  - The average speed on 75% of turnouts for existing Indian railway track is only 30km/h, with the remainder of turnouts having speeds of 50 km/h and 75 km/h.
  - Increasing speeds on existing line to more than 130 km/h is not possible many times due to the large number of level crossings and to the fact that fencing is ineffective as it is torn down by residents.
  - It was noted that the maximum speed of a freight train is 75 km/h, but will increase to 110 km/h with the Dedicated Freight Corridor.
- Mr. Sabhlok stated that HSR and overall higher operating railway speeds is necessary for India's development.



#### **4. Activities for 2<sup>nd</sup> November 2011**

**Location:** Ministry of Railways (Railway Board), New Delhi

**Time:** 17:30 to 18:30

**Present:** Railway Board- V.K. Singh (Exec. Director-Public Sector Undertakings)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team submitted a revised Training and Seminar Program to MOR for discussion.
- MOR suggested that the Team divide the Indian experts into three groups (Civil Engineering & Track, Signaling & Telecommunications, and Power Supply & Rolling

Stock) in order to cater to their needs more suitably, and which was agreed upon by the Team.

- The MOR also requested that the Team consider whether or not it was possible to leave on 3<sup>rd</sup> December 2011 instead of 4<sup>th</sup> December 2011 for the Training and Seminar Program in Japan.
- The Team handed a questionnaire consisting of six queries to the MOR to answer in order to facilitate the progress of the JICA survey.
- Mr. Singh stated that he would try to have replies to the questionnaire ready by November 9<sup>th</sup>.

## **5. Activities for 3<sup>rd</sup> November 2011**

On this date, a meeting was held with DMICDC and then the Team flew to Amritsar to prepare for a visit with officials of the rail coach factory in Kapurthala on the following day.

**Location:** Delhi Mumbai Industrial Corridor Development Corporation (DMICDC), New Delhi

**Time:** 11:15 to 12:30

**Present:** DMICDC- Amitabh Kant (CEO/MD), R.K. Bansal (Advisor- Railways), Abhishek Chaudhary (Company Secretary)

JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:** The Team introduced its members and described the purpose of the JICA Survey and the training, seminars, and workshop that will be held by it. After that, the following points were made from the subsequent discussion that took place:

- DMICDC suggested that financial agreements for HSR should not be PPP based. That is, to overcome market risk, financial agreements should be in the form of an annuity-based Engineering Turn-Key Project.
- DMICDC also suggested the Team meet the Deputy Chairman of the Planning Commission (Mr. Ahluwalia), so as to push the HSR concept to the level of the prime minister. This was recommended as the Japanese prime minister is visiting India next month on an official visit.
- DMICDC indicated that a HSR line connecting Delhi–Mumbai via Ahmedabad would be the most valuable and therefore important.
- It was recommended by DMICDC that there be a separate HSR authority, as the operation of HSR is entirely different from that of conventional rail.
- DMICDC stated that it would like for the Indian side to be informed of the different HSR technologies (e.g., Japanese, French, & German).
- Mr. Bansal suggested that the Team meet with the former chairman of the Railway Board (Mr. Batra), as he is a member of a high-level committee for HSR.

## **6. Activities for 4<sup>th</sup> November 2011**

**Location:** Rail Coach Factory (RCF), Kapurthala

**Time:** 10:30 to 14:30

**Present:** RCF- Rajnesh Bansal (Secretary to GM), Prakash Bhutani (Chief Planning Eng.)

JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL/Infrastructure Business), William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (HSR Rolling Stock Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:** The Team introduced its members and described the purpose of the JICA Survey and the training, seminars, and workshop that will be held by it. After that, the following points were made from the subsequent discussion that took place:

- There are two large rail coach factories in India, with RCF in Kapurthala being one and the other the Integral Coach Factory (ICF) in Chennai. ICF was established in 1961 and its ICF design accounts for 90% of IR's coaches, which have maximum speed 110 km/h.

- RCF was established in 1987 and the first coach was produced in 1988. In 1998 RCF, in a technology transfer agreement with Linkman-Hoffe-Buche (LHB), built LHB coaches with the help of ALSTOM. The LHB coaches are fit to run at 200 km/h, but due to Indian Railway track conditions they are certified for 160 km/h operation only.
- It was noted that RCF is well equipped and that it manufactures 97% of the parts of the LHB coaches, with the remaining 3% of the parts being imported from Europe. The transfer of technology required six years and RCF is now capable of independent production.
- RCF manufactures 1600 coaches annually and of these 500 coaches are the modern LHB. It is expected that 800 LHB coaches will be produced next year.
- Another factory in Raibrelli, which is in Uttar-Pradesh, produces 5 LHB coaches per month. The total capacity of this factory at full utilization will be 1000 coaches per year.
- RCF can tests coaches for speeds of up to 200 km/h and these coaches are outfitted with disk brakes.
- In RCF, steel for production comes from the east of India.
- The government established the RCF in Kapurthala to stimulate employment and development in the area. The total number of employees at RCF is 8000, and facilities include residential accommodation, schools, a hospital, and playgrounds. There are 160 officers and of these 100 are engineers. RCF has 100 to 150 supervisors.
- Regarding the safety of items, RDSO is the controlling authority and purchases can only be done only after their certification.
- Quality is handled by a quality manager. Note that all designs must be approved by the Commissioner of Railway Safety.
- RCF took the Team on a tour of its factory, which basically consists of the following five shops:
  - Sheet metal fabrication shop (for sheet cutting, laser cutting)
  - Assemble shop (for welding of side walls, roofs, floors etc.)
  - Print shop
  - Furnishing shop
  - Bogie shop
- After the tour, the RCF gave the Team gave an audio-visual presentation of its factory and presented a CD of said presentation, together with a brochure, for its use.



## **7. Activities for 8<sup>th</sup> November 2011**

**Location:** Research Design & Standards Organization (RDSO), Lucknow

**Time:** 10:30 to 14:30

**Present:** RDSO- Rajesh Kumar (Exec. Director- Urban Transport & High Speed), Aniruddh Gautam (Exe. Director- Industrial Development), Harsh Khare (Director Electrical), S.K. Gupta (Director Civil), Kaushal Kumar (Director Signaling), B.K. Shrivastava (Director Lab.)  
JICA Survey Team- William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:** The Team introduced itself and described the purpose of the JICA Survey and the training, seminars, and workshop that will be held by it. After that, the following points were made from the subsequent discussion that took place:

- The Team inquired about the questionnaire it sent to RDSO prior to its visit. RDSO informed the Team that most of this information is available on its website, but gave a quick overview of itself.
- RDSO has 3000 employees and 30 directorates and it is the only research organization of Indian Railways and therefore plays an important role. It has inspection offices throughout the country to carry out certification.
- There are also sixty to sixty-five core groups in RDSO that carry out all kinds of research and inspection of products used in railways.
- It is the responsibility of RDSO to examine how HSR or other new technologies can be implemented in India. In fact, it was stated by RDSO that they are essentially the “keepers of railway technical knowledge” for the Indian government.
- It was noted that although Metros are under the jurisdiction of the Ministry of Urban Development, their safety is under the purview of RDSO.
- RDSO mentioned that a seminar to exchange information with HSR manufacturers was held on 16<sup>th</sup> September 2011 and included Kawasaki, Siemens, Bombardier, and Alstom.
- The issue of interoperability was discussed and Director Civil is of the opinion that the HSR should be broad gauge. The Team stated that from the viewpoint of safety it would be wise not to have conventional rail and HSR operating on the same track.
- RDSO stated that signaling and telecommunications, as well as rolling stock, technologies are portable but that civil engineering is not and that RDSO therefore does not have as much knowledge about civil standards as it would like.
- RDSO requested the Team to provide it with Japanese standards and specifications for civil works for HSR as they expect this to account for about 75% of its cost. There was interest in ballasted and non-ballasted track technology, bridges and tunnels, as well as in the system of construction and maintenance methodology. The Team said it would consider the request but that much of the documentation may be in Japanese.
- RDSO mentioned that at present it basically follows European standards.
- The Team noted that HSR civil engineering standards for India may not need to be as high as Japan, as Japan is an earthquake-prone country and has difficult geo-technical conditions.
- RDSO inquired about the certifying authority for Rolling Stock in Japan. The Team responded that this is the responsibility of the manufacturer and is done in the presence of the operating agency and there is no agency similar to that of RDSO or the Commissioner of Railway Safety in India.
- Finally, RDSO took the Team on a tour of some its facilities that included its Engine Development Lab (which included the creation of alternative fuels such as CNG and bio-diesel), Brake Testing Lab., etc.





## 8. Activities for 9<sup>th</sup> November 2011

**Location:** Ministry of Railways (Railway Board), New Delhi

**Time:** 12:30 to 13:15

**Present:** Railway Board- V.K. Singh (Exec. Director- Public Sector Undertakings)  
 JICA Survey Team- William Hayes (Deputy TL), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert),  
 Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator),  
 Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The final version of the Training and Seminar Program in Japan was explained by the Team and agreed to by Mr. Singh.
- The Team requested that MOR email the bio-data forms, together with scanned copies of passports, for the Indian experts participating in the Program by 15<sup>th</sup> November 2011.
- The Team also requested that MOR provide it with the specifications for India's railway system. Mr. Singh said he would but that he would like a list of the particular specifications the Team wishes to have.
- The Team queried whether it has been decided that standard gauge will be used for India's HSR, and the response was that standard gauge has been selected.

*JICA Survey Log*  
*October 31<sup>st</sup> – November 11<sup>th</sup>, 2011*

- The Team also inquired as to whether there are any quotas on the percentage of foreign versus Indian components for the HSR. Mr. Singh said that no such restriction exists.
- Finally, Mr. Singh stated that he would provide answers to our questionnaire by November 25<sup>th</sup> instead of today.



JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

**1. Introduction**

A Team of experts from the Japan International Cooperation Agency (hereafter referred to as the Team) arrived in New Delhi on 10<sup>th</sup> January 2012 to begin the collection of information and data over a period of fifteen days for the second field visit of the “Needs Survey on High Speed Railway and Skills in India”. This memorandum contains a summary of the hearings and interviews with government officials and organizations in New Delhi, Bangalore, Chennai and Ahmedabad, together with a description of on-site activities, and will form part of the Team’s reporting.

**2. Activities for 11<sup>th</sup> January 2012**

On this date, meetings were held with JICA, at 11:30 am, and MOR, at 3:00 pm, to kick-off the second field survey. A summary of the MOR meeting is provided below:

**Location:** MOR, Delhi

**Time:** 15:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director-PSU), Archana Mittal (Director Mechanical-Freight), and other senior officials of the Mechanical Department  
JICA Survey Team-Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer) S.K. Mallik (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team queried the MOR about a possible JICA workshop, which is tentatively scheduled for February 2012, and also stated that it wanted to visit factory shops in Gujarat and Chennai.
- MOR suggested a visit to the Kapurthala Rail Coach Factory to meet with Mr. Raj Shekhar (Head).
- The Team requested also a visit to the Integral Coach Factory in Chennai.
- MOR suggested a meeting with Rajeev Malhotra, Managing Director of RITES, and suggested a visit to the wheel and axel plant of Indian Railways.
- The Team advised that would like to meet with BEML, a coach factory in Bangalore, to discuss technical issues.
- The Team requested to hold a discussion about the Interim Report on 17<sup>th</sup> January 2012 and agreed to submit the report on Friday (13-01-2012) for MOR’s examination.
- The Team was keen to know about HSR information required by MOR for the proposed workshop.
- MOR suggested that the Team give a presentation on HSR during the proposed workshop.
- The Team requested a presentation about the Japan study tour attended by MOR also be given.
- Mr. Singh informed that MOR would like to discuss technical issues in more detail and country-to-country cooperation at the workshop.
- The Team requested to invite the Chairman of MOR.
- MOR advised that they will request him to come and informed them about his busy schedule at this time due to budget session and suggested the dates (16<sup>th</sup> or 17<sup>th</sup> February) as an appropriate time for the workshop.
- The Team accepted 17<sup>th</sup> February 2012 tentatively and requested preparation of a presentation on the seminar, which was held in Japan.
- MOR informed that they will prepare this presentation.
- The Team stated that it would like to discuss HSR financing.
- MOR advised to contact Mr. Jagmohan Gupta regarding finance.
- The Team requested the next five-year plan.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- MOR informed that officially it has not been issued. However, the approach paper is available with the Planning Commission.



**3. Activities for 12<sup>th</sup> January 2012**

The Team met with officials of Mitsubishi to collect information about the localization of coach production.

**4. Activities for 13<sup>th</sup> January 2012**

On this date, a seminar was organized by MLIT Japan on HSR.

**Location:** Lalit Hotel, New Delhi

**Time:** 10:00

**Present:** TTILIT, MOFA, METI, JITI, CGPR, JETRO, JICA and CII

Minister of Railways and other officials from railway and railway-associated departments, including DMRC

**Record:** On this date, speeches were given by various dignitaries from Japan and India. Below is a summary of these speeches.

**Mr. Takashi Kitamura (Vice-Minister of MLIT)**

- There is a desire by India's MOR to realize HSR by 2020.
- HSR can cater to the growth in Indian passenger travel in a safe and stable manner and operate at the required high frequency.
- India is considering development of HSR on six corridors.
- The Shinkansen can play a great role in the development of India's HSR and thereby its society and economy.
- The Shinkansen is safe and stable and can operate at a high frequency.
- Japan is willing to support and cooperate on HSR with India.

**Mr. Satoshi Seino**

President and CEO East Japan Railway Company (JR East)

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

Acting Chairman  
Council of Global Promotion of Railway

- HSR is needed due to the large amount of traffic congestion.
- JR East built the first HSR in 1960.
- India is a large country with a huge population and good economic growth.
- Indian Railways network is more than 3,000 km.
- HSR will play an important role in our relations with India.

**Mr. Makoto Washizu**

Vice Chairman, Institution for Transport Policy Studies (ITPS)  
President, Japan International Transport Institute (JITI)

- India is one of the leading countries in the world.
- India has 8 times the land area of Japan and 10 times its population with an annual GDP growth of 8-9% in recent years.
- It is also well known to all that information technology will continue to play an important role in India's economy.
- India's economy will also play a vital role along with the economies of the US and China in the near future. Taking into consideration the rapid increase in population and economic growth, it is important to provide appropriate transportation and infrastructure network.
- In order to ensure a comfortable lifestyle as well as smooth mobility, HSR should be implemented quickly for the people of India, as it is necessary to provide quality intercity transportation in a manner that is energy efficient and considers global warming problems.
- According to estimates from TERI, road and rail transport will be 70% larger than the current level by the year 2020. Also, air traffic will increase by 110%, indicating a need for HSR.
- Road and air transport is fully dependent upon oil and it is estimated that India will need to import 90% of its oil in 2030.
- India should focus on other means of transportation that consumes less oil such as the HSR.
- India is planning six HSR corridors; however, more corridors need to be planned, given its economic and population growth.

**Shri Dinesh Trivedi, Minister of Railways, Government of India**

- Mentioned the 68th year of Indo-Japanese diplomatic relations, which are becoming stronger and stronger.
- There is no doubt that HSR is going to be a new and strong chapter in Indian Railways history.
- Exciting time as far as the railway system is concerned and as far as Indian growth is concerned. The world is getting a little flat in terms of economic growth but India's growth is robust.
- India cannot grow without the railways system growing and is the engine of Indian growth. Therefore, indirectly, Indian Railways is going to be the engine of growth of the world at large. The organization is one of the best in the world and has more than 4 million employees. Right from the gagman to the members of the board, Indian Railways people are very professional. Just like an army, you give them a task and they will deliver.
- Indian Railways is absolutely competent to take any kind of task forward.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- The presence of Mr. Kitamura, Vice Minister for MLIT Japan and the distinguish guests clearly underline the keen interest taken by Japan on development of HSR in India.
- Indian Railways is the third largest railway system in the world, with about 64,000 km of routes, 7 billion passengers-km and more than 900 million tons of freight traffic. It, however, accounts just for little more than 10% of the total passenger traffic in the country and about 30-35% of the freight traffic.
- In this respect, the Dedicated Freight Corridor, which is receiving substantial support from Japan, is a step towards rectifying this situation and measures are also being taken to increase the speed of passenger trains to about 200 km/h. It may not sound very encouraging when compared with Japan's HSR, but we have to make a beginning somewhere. We are still at an exploratory stage as far as HSR is concerned, which is an important mode of transport for linking major cities and business centers in an environmentally friendly manner. We are looking forward to taking the initiative for HSR and would be dependent on the front runners for this, which include Japan, China, Spain, Taiwan, and Germany, with Japan being at the top.
- We have heard how safe and efficient the Japanese HSR is. It is a great milestone that there has not been a single major incidence in its 47 years of operation. In this respect, I have formed a Committee of experts for safety. In the 12th Five Year Plan of India investment of one trillion USD is envisaged, and a major portion of this will be going to Indian Railways so initiatives such as the HSR can be taken.
- I was thinking who could be the best people to understand safety protocol and my answer was those people who deal with nuclear science and those people who deal with space technology, because their protocol is of zero tolerance. I was fortunate to get acquainted with Dr Anil Kakodkar, who is one of the best nuclear scientists perhaps in the world, to head the Committee. I must tell you that I have also another committee comprised of Mr. Sam Petroda, Mr. Deepak Parik, and Mr. E. Sridharan, who are pioneers in Indian Railways, and they are going to tell us how to take Indian Railways forward.
- Both of these committees are to give us significant inputs and I am sure that these kinds of inputs are going to take Indian Railways to the 4th or next generation.
- A comprehensive modernization program of Indian Railways is being launched. This program will include provisioning of modern track, signaling systems and rolling stock on high traffic density and other important routes.
- Passenger trains will run at higher speeds and freight trains will carry heavier loads faster, and there will be large-scale upgrading of both passenger stations and modern freight logistics to enable real-time operation.
- World class indigenous research facilities will be established to promote railway-related technology.
- More dedicated freight corridors will be built to segregate freight and passenger train operations and high-speed passenger corridors having the potential to run at 300 km/h will be built.
- Also, there will be a separate authority to manage railway stations.
- Investment of 1 trillion USD will help Indian Railways shift traffic from road to rail, which will be good for passengers using both road and rail.
- As we know that the world is becoming environmental friendly we should consider issues related to carbon credits.
- The whole world is aware that Japan is a pioneer in introducing the first HSR as far back as 1964, known as the bullet train or Shinkansen between Tokyo and Osaka. Japan's HSR symbolizes the highest standards of safety, punctuality, efficiency and compliance with environmental norms. We are therefore, extremely happy to note that the Government of Japan has shown a keen interest to associate with us.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- Vision 2020 of Indian Railways envisages a target of completing four HSR corridors totaling 2,000 km, and plans for the development of another 8 corridors with target completion dates set for 2019-20.
- At present, three pre-feasibility studies out of a total of six for identified HSR corridors are on-going. One study is being undertaken by a Japanese consortium, while a national HSR authority for planning, implementing and monitoring HSR projects is also under formation.
- The Shinkansen has continuously innovated to achieve cutting-edge technology in the sphere of HSR. For example, trains now run at an axle load of 12 tons whereas in the recent past this was 16-17 tons.
- Fuel efficient technology would be crucial for a country like India where we need to carry more passengers at reasonable tariffs, which would be served by making provisions for high-capacity coaches and making axle loads fuel efficient.
- Issues like heat and humidity, adaptability of technology to Indian conditions, funding requirements, socioeconomic conditions, etc. would also need to be addressed to arrive at a functional business model for HSR.

**Mr. Naresh Aggarwal**

Vice Chairman CII Railway Equipment Division

Chairman, Sun star overseas limited, Delhi

Co-Chairman cum Managing Director, VAEVKN private limited

- CII has a very long association with Indian Railways.
- The railway sector, after a century of service, is very important for this country and a lifeline to the people of this nation.
- Tentatively, it has been estimated that the investment requirement for rail development is around 264 billion USD for the next 10 years. To address this need the quantum of PPP schemes has to be considerably expanded.
- The Union Railways are planning to have HSR operate at 250 km/hr on dedicated track.
- HSR will result in environmental benefits, as it is much more fuel efficient than road transport. Also, much less land is needed to serve the same number of passengers as road transport.
- HSR will reduce travel time and allow people to commute from further distances and thereby providing greater flexibility regarding home and work.
- Indian Railways initially ventured into high-speed trains with the introduction of the Rajdhani in 1970 and then the Shatabdi trains that run at 140-150 km/hr.
- Due to its high cost, HSR will require funding from the central government, apart from PPP schemes, which will lead to innovative techniques for highly capital intensive projects such as HSR.
- It is hoped that the initiative of establishing a High Speed Rail Transport Authority will result in HSR being constructed in a timely manner that will alleviate congestion and pollution on the roads as well as in a speedier transport network, which can be achieved with an HSR system capable of running at speeds 350 km/hr.
- Finally, the HSR corridors are also expected to catalyze development of towns along their routes and perhaps reduce migration to metropolitan cities.

**After the above address, presentations were given by the following experts:**

1. Mr. Akihiko Tamura, Department General, Railway Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

Salient Features:

- Japan's current High Speed Rail Network
- The main features and advantages of the Shinkansen
- Towards the introduction of High Speed Rail in India
  - India: Country with high potential for HSR
  - Construction scheme of the Shinkansen
  - The benefits brought by the Shinkansen

2. Mr. Satoshi Seino, President and CEO of East Japan Railway Company

Salient Features:

- Outline of JR East
- Features of Shinkansen HSR
- Economic effects
- Conclusion

3. Mr. Tsutomu Morimura, Senior Executive Director, Central Japan Railway Company

Salient Features:

- Overview of Central Japan Railway and Tokaido Shinkansen
  - Safety & Punctuality
  - Dedicated line with no level crossing
  - Automatic Train Control (ATC)
  - Shinkansen control centre
- Introduction of the N700-I Bullet
  - Explanation of N700-I Bullet
  - Rolling stock specifications
  - Low-energy consumption
  - Mass transport
  - Optimum seat capacity

4. Mr. Masashi Ishizuka, Associate Officer, Kawasaki Heavy Industries Ltd.

Salient Features:

- Company profiles and products
- Record of High Speed Train Protection
- Important factors for planning HSR
- Total system safety and low operation costs

5. Mrs. Akshima T. Gate, Fellow, Centre for Research & Sustainable Urban Development and Transport Systems, Sustainable Habitat Division, Energy & Resources Institute (TERI)

Salient Features:

- Passenger transport sector in India
- Growth in passenger sector in India
- Dominance of road sector
- Slow growth of rail infrastructure
- Passenger transport growth tendencies
- BAU trends expected to continue in future
- Energy consumption level to increase in the future

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- Energy efficient options
  - HSR benefits, key requirements, investment requirements, impacts and challenges
6. Mr. Yosuke Takada, Director of International Affairs Office, Japan International Transport Institute (JITI), Institute for Transport Policy Studies (ITPS), Japan

Salient Features:

- Benefits brought by the introduction of HSR
- Criteria to assess suitable country or area for HSR, taking these benefits into account
- Future vision of HSR network in India



5. **Activities for 16<sup>th</sup> January 2012**

On this date, the meeting was held with the Planning Commission in the morning and with MOR in the afternoon.

**Location:** Planning Commission, New Delhi

**Timing:** 11:00

**Present:** Planning Commission- Dr. Manoj Singh, Advisor Transport  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert, Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert, JICA, Mr. Masaaki Hara, Mechanical Engineer, JICA, Mr. S.K. Mallik, Senior Coordinator, JICA, Mr. Naresh Kumar, Junior Coordinator, JICA

**Record:**

- The Team expressed their support for HSR in India. A seminar was held in Japan in December 2011, wherein twelve officials from MOR visited railway companies and private companies. The signaling system, rolling stock and maintenance of HSR in Japan were shown to MOR officials.
- The Team suggested that there will probably be another workshop in Delhi on 17<sup>th</sup> February 2012 with railway and other related transport departments.
- The Team inquired about the Planning Commission's 12<sup>th</sup> Five Year Plan.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- The Planning Commission stated that at present only the approach documents are available on its website.
- The Team wanted to know the allotment of funds for HSR in the next 12<sup>th</sup> Five Year Plan.
- The Planning Commission stated that funding allotment is not indicated in its plan but only the total budget.
- The Team mentioned that funding could also be available from the Japanese Government.
- The Team inquired about the contribution of funds from the central and private sector. The Team also wanted to know if the HSR Project would be PPP based or non-PPP based and also wanted to know if the Indian government will consider Japanese funding for this project.
- The Planning Commission replied that it is keen for PPP schemes to be used but that other methods of funding could also be considered if appropriate. PPP schemes for railways are contained in the 12<sup>th</sup> Five Year Plan.
- Planning Commission inquired about the business models in Japan for HSR.
- The Team explained about the funding structure in Japan, whereas the Japanese government contributes about 80% of the funding for civil works. Also, recently, private companies pay a fee to use the civil structures.
- The Planning Commission also inquired about the procurement of rolling stock in Japan.
- The Team explained that rolling stock is procured and maintained by private companies. The private companies also generate revenue from non-rail businesses like shops, hotels and office buildings.
- The Team inquired whether HSR is a high priority for India.
- The Planning Commission stated that it is high on their list of priorities, but depends on the budget of the Union Government of the India.
- The Team wanted to know about the budget for HSR.
- The Planning Commission stated that MOR would be in a better position to discuss that.
- The Team also wanted to know about the viability of HSR between Pune-Ahmedabad and Delhi-Amritsar.
- The Planning Commission stated that the pre-feasibility study was done by MOR and that it would know.
- The Planning Commission also wanted to know about the nature of the survey study, whether it is an engineering study or economic study.
- The Team explained the nature and purpose of the survey and mentioned that JICA is ready to provide both technical and financial support for HSR in India.
- The Team wanted to know if Planning Commission has plans to discuss with the State Government about the 6 corridors.
- The Planning Commission stated that MOR is responsible for this. Railways are operated by the central government and if state governments want they can meet with the central government. After that, it comes to the Planning Commission.
- The Team wanted to know about the land acquisition.
- Planning Commission stated that land acquisition is a state government issue. Acquiring land depends upon the farmer-owner negotiations by the state government. The cost of such land will depend on the price fixed by the owners of the land and state government.
- The Planning Commission expressed interest in technology transfer for the HSR. The Team gave an example about DMRC, where JICA experts and Tokyo Metro provided the necessary knowhow.
- The Team explained about the seminar held in Lalit Hotel, Delhi on 13<sup>th</sup> January 2012. MOR was very positive about Japanese willingness to work together.
- The Planning Commission wanted to know whether JICA had assisted China's HSR.
- The Team explained that Japan assisted the Chinese on their railway projects regarding rolling stock. Especially, JICA and the JR Group assisted China with technology transfer.



JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

The Kawasaki factory was established in China through a joint venture. On the other hand, the signaling system, which caused the crash, was not from Japan.

- The Team explained that although the Chinese system is cheaper nobody really wants it.
- Planning Commission wanted to know about future plans of HSR in Japan.
- The Team explained that Japan is trying to extend its network up to 3,000 km or more.
- The Planning Commission wanted to know the per km cost of construction for HSR in Japan.
- The Team replied that it was 16 billion yen per km in Japan, but it would be cheaper in India, since in Japan there are multiple issues such as rough mountainous terrain and frequent earthquakes.
- The Planning Commission wanted to know about rolling stock.
- The Team suggested that it should be eventually localized.
- The Planning Commission wanted to know about the workshop to be held on 17<sup>th</sup> February 2012, as it may want to attend.
- The Team explained that they will discuss with JICA and revert back. The workshop itself will deal with technical issues, operations, maintenance, rolling stock and financial schemes.



**Location:** MOR, New Delhi

**Time:** 15:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director-PSU), Archana Mittal (Director Mechanical), Mukund Sinha (Director Planning (ME)) and other high officials of MOR  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer), S.K. Mallik (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team discussed the agenda of the workshop and wanted to discuss technical issues and relevant standards as well as discuss about the study Team's Interim Report and the workshop in India.
- The Team suggested that the workshop be in February 2012 and that technical issues be discussed in the first half and soft issues (i.e., finance) and maintenance in the second half.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- MOR advised inviting state ministers to discuss state issues and to invite the BEA & MEA Planning Commissions to discuss financial issues.
- MOR also stated that they would like to cover the presentation on technical issues and financial issues and MOR would like to have detailed information on track issues, especially on the power side.
- MOR further stated that they are considering the organizational structure.
- The Team suggested that MOR invite the Chairman of the Railway Board to the workshop.
- MOR advised to also include the GM, while they will try to include the Chairman of Railway Board.
- The Team wanted to know whether it would be better invite Indian Companies.
- MOR advised inclusion of Indian Companies as per the MLIT list and Secretary/Principal Secretary Transport.
- The Team requested the guidance of MOR for invitation of people to the workshop.
- MOR also suggested inviting private Japanese companies to the workshop.
- MOR further suggested inviting ministries, RDSO, financial institutions, state governments, urban transportation institutions, TERI, IIM Ahmedabad and Educational Training Institute.
- The Team requested to discuss this with JICA.
- The Team further requested a meeting on 24<sup>th</sup> January 2012 to discuss this in more detail.
- MOR stated that they wanted to see an audio visual presentation about HSR in Japan.
- The Team member explained the Interim Report, which included the first field survey carried out in the month of November 2011.
- MOR suggested deleting Annexure 3.1.2 of the Interim Report, as it was not correct.



JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

**6. Activities for 17<sup>th</sup> January 2012**

**Location:** NTDPC, New Delhi

**Timing** 15:30

**Present:** NTDPC- B.N. Puri (Member Secretary)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), S.K. Mallik, (Sr. Project Coordinator)

**Record:**

- The Team explained the survey it is carrying out using the Interim Report it had prepared in December and handed over one copy to NTDPC for its reference.
- The Team explained about the seminar held at Lalit Hotel in New Delhi on HSR on 13<sup>th</sup> January 2012, which was attended by the Minister of Railway, along with the Chairman of the Indian Railway Board and other high officials of Indian Railways, and by high officials of other ministries and CII.
- NTDPC wanted to know about the objectives of the present JICA study.
- The Team explained the objective was to determine the needs of India in introducing HSR to its country.
- NTDPC expressed concern about whether it would be viable to introduce HSR in the present Indian context.
- The Team explained the need for establishing faster rail transport to satisfy the social and economic needs of the country, as illustrated by the large numbers of air travelers.
- NTDPC wanted to know the view of the Planning Commission on the JICA Team visit.
- The Team stated that the Planning Commission was giving HSR high priority and ad cooperated with the Team in its survey.
- NTDPC expressed concern about the affordability of HSR, stating that HSR for a 500 km stretch would require approximately INR 30 billion, which is equal to the total annual railway budget.
- NTDPC suggested if JICA could provide funding, then the Indian Government may be able to provide supplementary funding.
- NTDPC wanted to know how viable HSR is in relation to air and road transportation, its total cost and financing mode. NTDPC also wanted to know RDSO's view on HSR technology.
- NTDPC stated that the Prime Minister desires HSR on a long term basis, subject to the decisions of the Planning Commission.
- NTDPC state that the real usage cost of passengers in India will be much higher than Japan.
- It is not feasible to introduce HSR on a short term basis (i.e., during the 12<sup>th</sup> Five Year Plan).
- The Prime Minister has set up a committee for HSR in the Planning Commission and it will decide the future policy of HSR. The PMO is monitoring the Planning Commission for the same and accordingly we have started working in July 2009.
- NTDPC wanted to know whether there are any PPP schemes being considered by JICA for HSR, as Indian Railways has hardly any PPP experience.
- The Indian Prime Minister is very keen on HSR and the dedicated freight corridor system and his thinking is similar to that of Tokyo.
- NTDPC further stated that new freight corridors are more important in the present railway system and the same has also been opined by Dr. E. Sridharan (former MD of DMRC).
- Ultimately we will be requiring HSR, but depending upon two things:
  1. Funding
  2. Viability

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

**Location:** BEML, Bangalore

**Timing** 12:00

**Present:** BEML- Ashokan- (Chief General Manager/), Manjunathan (General Manager)  
JICA Survey Team- Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer, Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team explained the purpose of the visit to inquire about BEML's interest in manufacturing railway coaches for high speed trains, and if required to do technological transfers from Japan.

### **Introduction of BEML**

BEML (Bharat Earth Movers Limited) governed under the Ministry of Defense; is mainly divided into to three segments:

- Mining equipment (technical collaboration with Komatsu-Japan), both domestic and export markets such as Indonesia, the Middle East, Malaysia and Africa.
- Defense products-Trucks, floating bridges, etc.
- Rolling stock (suburban & metro trains)

BEML, established in 1964, started manufacturing conventional railway coaches and EMU for Indian Railways, now most of the conventional railway coaches being built are transferred to the Integral Coach Factory (ICF) and Rail Coach Factory (RCF), both are governed by the MOR. BEML started building metro rail coaches in 2004 after securing orders from Delhi Metro.

### **Presentation on BEML**

#### **Rail Products:**

**Electric Multiple Unit** Metro Car-Broad Gauge (DMRC-RS1 Project)  
**Electric Multiple Unit** Metro Car-Standard Gauge (DMRC-RS3 Project)  
Rail Coach  
Rail Bus  
AC EMU  
SS AC EMU  
Wheeler OHE Inspection Car  
4 Wheeler OHE Inspection Car  
Utility Track Vehicle  
BOBRNAL Wagon  
METRO CARM-Standard Gauge (BMRC Project)  
Track Laying Equipment  
Spoil Disposal Unit  
Catenaries Maintenance Vehicle  
Sky Bus Coaches

- The Team wanted to know the year in which BEML started manufacturing rail cars
- BEML stated that they started manufacturing metro coaches in 2004 and conventional coaches in 1964.
- The Team wanted to know when BEML's factory was established.
- BEML replied in year 1964.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- The Team learned that BEML works under the Ministry of Defense, not the Indian Railway, so inquired why BEML started manufacturing rail coaches.
- BEML explained that initially they manufactured defense equipment. In order to grow BEML, it started working with Indian Railway later on.
- The Team wanted to know who the major customers of BEML are in India and outside India.
- BEML explained that regarding metro BEML has no customers outside of the country. It is only for the wiring and construction that BEML has customers outside India.
- The Team wanted to know to which companies BEML started to export to outside India.
- The BEML explained that they have exported to Europe, South Africa and the Middle East.
- The Team wanted to know about the products that are manufactured in their factories.
- BEML explained that here BEML manufactures only rail and metro coaches. BEML has two other units: one in Kolar Gold Fields (KGF), Karnataka, and another in Mysore. At KGF BEML manufactures mining equipment and engines & dump trucks at the Mysore plant. Recently, BEML has decided to start an aerospace business in Mysore.
- The Team wanted to know the number of employees working in the BEML factory.
- BEML replied that there are 3,500 employees.
- The Team wanted to know how many are engineers and how many are workers.
- BEML stated that there are 1,500 officers (engineers) and the rest are workers.
- The Team wanted to know how many cars are manufactured per year.
- BEML answered 12-14 metro coaches and 40-50 conventional coaches per month at Bangalore and 30 conventional coaches per month at KGF. For metro coaches, if more need to be manufactured, BEML can use its Palakkad unit, which has just started business. Therefore, infrastructure with large capacity is available.
- The Team wanted to about know the products manufactured in this factory.
- BEML stated that it manufactures only car bodies and the bogies come from Rotem and propulsion parts are imported and assembled here.
- The Team wanted to know the total time it takes to build a metro complete car.
- BEML stated that for one car it takes 6 months.
- The Team wanted to know about the body materials used for metro cars.
- BEML stated that they use stainless steel.
- The Team wanted to know the materials used for conventional cars.
- BEML stated that they use cotton steel.
- The Team wanted to know whether the BEML made any coaches with aluminum and if so where.
- BEML stated that only wagons (freight) are made by aluminum in this factory.
- The Team wanted to know about the tie-up of BEML with other countries for metros.
- BEML stated Rotem from Korea and propulsion systems from Mitsubishi in Japan.
- The Team wanted to know about the good points of Japanese manufacturers.
- BEML stated that they are good in quality and are transparent.
- The Team wanted to know how BEML get orders for manufacturing rolling stock from operational companies.
- BEML stated that it is through a bidding system.
- The Team wanted to know about the procurement of equipment needed for rolling stock. For example, power supply, car bodies and brake systems.
- BEML stated that the customer will specify which item is to be bought from whom. They specify everything in the tender.
- The Team wanted to know who designed first metro car.
- BEML stated that it was Rotem.
- The Team wanted to know who designed the BEML cars.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- BEML stated that the original design came from Rotem.
- In the case of DMRC, the Team wanted to know who designed the cars.
- BEML stated that Rotem designed the cars as part of a consortium. The design party is Rotem, while some DMRC cars were designed by BEML.
- The Team wanted to know who negotiates prices for purchasing the material from other companies.
- BEML stated that they do it themselves.
- The Team wanted to know the purpose of BEML in manufacturing rolling stock, but not maintenance.
- BEML stated that, it is a consortium and there are three other partners: Rotem, Milko (for marketing), Mitsubishi (for electric) and BEML.
- The Team wanted to know the latest product of BEML.
- BEML stated that for Jaipur Metro, BEML is going to supply 40 cars to them by April 2013.
- The Team wanted to know the consortium in the case of Jaipur Metro.
- BEML stated no one.
- The Team wanted to know who designed the car body of Jaipur Metro?
- BEML stated that they designed the cars themselves.
- The Team wanted to know the cost per car.
- BEML stated that their marketing people would know that the answer.
- The Team wanted to know about the design engineers working with BEML.
- BEML stated that there are around 60-70 design engineers.
- The Team wanted to know the design specifications of the rolling stock for Jaipur Metro.
- BEML stated that the specifications were given by the customer in the tender documents.
- The Team wanted to know the number of R&D people in BEML.
- BEML stated that there are about 60-70 design engineers (Design and R&D Department is combined).
- The Team wanted to know about the quality control method used.
- BEML stated that it is ISO 9001, 2008.
- The Team wanted to know about the work schedule of BEML.
- BEML stated that it has only two shifts. One is 7:00 am to 3:00 pm and the second is 3:00 pm to 11:30 pm. In some critical situations, BEML may have a night shift. BEML works 5 days a week, while Sunday is off.
- The Team wanted to know about the training centre and what type of training is provided for employees.
- BEML stated that BEML provides training for welders, fitters, sheet workers and turners. For metro everybody was trained in Korea.
- The Team wanted to know about the ability to manufacture HSR coaches at BEML.
- BEML stated that BEML is already manufacturing metro coaches, so it will be easy for them to switch to HSR. Compared to conventional trains, HSR starts from 200 km/hr, which will be easy to catch up.
- The Team wanted to know the total area of the factory.
- BEML stated that it is around 700 acres.
- The Team wanted to know if TOT for HSR coaches can be possible at BEML.
- BEML stated that in the Mysore plant, they can start, since they have a lot of space there.

Factory Visit

Conventional car bodies manufacturing unit

Bangalore Metro manufacturing unit

- Bogies are imported from Korea

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- Primary and secondary suspension (Korea obtains from Japan).
- Couplers from Germany.
- Inverter boxes from Mitsubishi.
- Doors from Spain.
- Interconnection gauges from Austria.

**7. Activities for 19<sup>th</sup> January 2012**

On this date, a meeting was held with Gujarat State Government in the morning to discuss about: confirmation of budgetary potential on the expected HSR Project, relevant plans along the route, procedures for land acquisition, etc.

**Location:** Gujarat State Government

**Timing** 11:30

**Present:** Gujarat Govt. - A.K. Sharma (Sec. to Chief Minister), Shardul Thakare (Senior Manager, Gujarat Infrastructure Development Board (GIDB))  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura, (TL), William Hayes (Deputy TL), Mr. Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer), Naresh Kumar (Project Coordinator), S.K. Mallik (Sr. Project Coordinator)

**Record:**

**Presentation session on GIDB**

Salient Features:

- 565 km of the Dedicated Freight Corridor DFC (38%) falls in Gujarat. That means 169,000 square km of industrial corridor.
- Special Investment Region (SIR) at Dholera.
- Early bird projects.
- Mega industrial parks: the heart of the SIR.
- Dholera SIR: New International Airport.
- SEZs in Gujarat.

\*\*\*\*\*

- The Team queried about the formation of GIDB.
- GIDB explained that in 1996 it was formed as a society and later on in 1999 it converted to a board. It provides advisory services to the Government of Gujarat. It supports the Gujarat Industrial Development (GID) Act to facilitate other departments on various projects on the fast track mode.
- GIDB explained that it comes under the Gujarat Ministry of Industries; the Chairman of the board is the Chief Minister. GIDB has a transport plan and considers DMIDC: BIG 2020-Blueprint of infrastructure of Gujarat. It includes rail, metro activities, etc.
- GIDB stated its keen desire to build world-class infrastructure for Gujarat, including HSR. GIDB mentioned that in addition to the Ahmedabad-Mumbai HSR, it would like to connect Ahmedabad with Dholera, which will have an international airport and is a Special Investment Region.
- The Team asked about the importance of the Dholera route.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- GIDB explained that right now there is no potential, but GIDC is working on developing future potential.
- The Team queried about the exchange of ideas between GIDC and MOR.
- GIDB stated that MOR would not be involved in the Ahmedabad-Dholera line and would only give principal approval. It was noted that the line may even go further south-west to a place called Bhav Nagar, which is a port city. Therefore, a fast train would connect Ahmedabad, Dholera and Bhav Nagar.
- The Team queried about funding for the extension, as the central government will fund the Ahmedabad-Mumbai-Pune corridor.
- GIDB explained that there would be separate funding by the Government of Gujarat and it would be part of the DFC & DMICDC projects.
- The Team explained the purpose of its survey and the study tour held in Japan, together with the seminar sponsored by the Japanese government on 13<sup>th</sup> January 2012 in Delhi.
- GIDB stated that the Gujarat government is keen about HSR and contributed 25% of the cost of the HSR pre-feasibility study. The Gujarat government would like to see the HSR project begin immediately and considers it to be of great importance, as many people travel between Ahmedabad and Mumbai.
- GIDB further explained that airfare is still expensive and that if HSR is cheaper it would fill a very important role.
- The Team stated that in Japan the HSR fare from Tokyo to Osaka is almost same as air, but HSR is faster and lot of people switch to that.
- The Team stated that in Japan, HSR is preferred over air travel for distances of 500km to 700km.
- GIDB stated that although it has not yet made an arrangements for the Ahmedabad-Mumbai HSR, as this is mainly the job of the central government, it will do what it can to cooperate (including land acquisition and funding).
- The Team queried about the percentage of funding to be contributed by the Government of Gujarat.
- GIDB stated that it has not been worked out.
- The Team asked which cities the HSR will pass throughin Gujarat.
- GIDB stated that they are Ahmedabad, Vadodara, Surat.
- The Team queried about GIDB's help to integrate the station.
- GIDB stated that it would work together with MOR to integrate HSR with it development plans.
- The Team queried about the major issue of land acquisition.
- GIDB stated that for Gujarat land acquisition is not a problem. Fresh land acquisition is very minimal, as MOR has already acquired 65-70% of the land. The rest of the land will be managed by us.
- GIDB stated that it is ready for the Ahmedabad-Mumbai-Pune project and that it only has to be implemented.



JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012



**8. Activities for 20<sup>th</sup> January 2012**

On this date, a meeting was held with DMRC, Shastri Park Depot in the morning

**Location:** DMRC, Shastri Park Depot

**Timing:** 11:00

**Present:** DMRC- P.K. Pathak (Deputy General Manager Operations), Mukesh Kumar (Mechanical Eng. & Vice Principal of DMRC Training Institute)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer), S.K. Mallik (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team explained that the purpose of their visit was to see the DMRC workshop to understand its system of operation in relation to the forthcoming HSR project by MOR.
- DMRC explained the operational structure of Delhi Metro and also mentioned that trains run from 60 km/h to 90 km/h on some of its lines.
- The Team queried that if one track fails could DMRC run its trains.
- DMRC stated that its trains can operate on a single track but punctuality would be lost. DMRC said this type of occurrence is very rare.
- The Team queried about derailment.
- DMRC stated that there was only one at the Yamuna Bank two years ago due to a problem with the track.
- The Team queried about rail operation monitoring.
- DMRC explained that DMRC has a CBTC (Computer Bases Track Circuit) now. However, in Phase 3, DMRC is going to apply a radio-based CBTC used in China in order to realize minimal headway.
- The Team stated that CBTC has not been proven yet and asked about the maximum capacity of trains per hour.
- DMRC explained that in peak hours it depends on the line. Line 2 & 3 are the busiest lines. DMRC has headways of around 3 minutes depending upon the requirements for a particular line.
- The Team queried that if the DMRC control system fails how are trains operated.
- DMRC explained that in that case, it would hand over control to the local station, as they have an automatic local control system.
- The Team queried about operation related to safety.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- DMRC explained that it cares about its customers and staff and gives priority to safety and checks all its equipment during non-working hours. From midnight to 6am DMRC carries out its maintenance..
- The Team queried about the transfer of train data.
- DMRC stated that this is done through the Automatic Train Control System (ATC System). That is, from track to train, the DMRC signaling system is controlled via ATC.
- The Team queried about the suppliers of the ATC system.
- DMRC explained that for Lines 1 and 2 the signaling system is provided by Alston, for Lines 3 and 4 by Siemens, and for Lines 5 and 6 by Bombardier.
- The Team queried about the purchase of metro cars from BEML.
- DMRC stated that they were initially purchased from Rotem, but after that they have been purchased from BEML directly.
- The Team queried about the number of control centres.
- DMRC explained that they have only two control centres. One is near Shastri Park and the other is near Metro Bhawan, Connaught Place. Lines 1&2 are controlled by Shastri Park, while the rest of lines are controlled by Metro Bhawan and the Airport Line is controlled by Reliance.
- DMRC has seven depots for rolling stock maintenance. For Line 1 maintenance, there is a depot at Shastri Park. For Line 2 there are two depots: one at Sultanpur and the other at Khaberpas. Then, for Lines 3&4, there are again two depots: one at Najafgarh and one at Yamuna Bank. For Line 5 there is a depot at Mundaka and for Line 6 a depot at Sarita Vihar.
- All depots are responsible for the maintenance of rolling stock (even heavy maintenance). Only materials are supplied by the central depots.
- The Team queried about the DMRC maintenance standards for rolling stock.
- DMRC explained that we have categories, such as the following:
  - A check: after 5,000 km
  - B1 check: after 15,000 km
  - B4 check: after 60,000 km
  - B8 check: after 120,000 km
  - C1 check: after 400,000 km
  - C2 check: after 800,000 km
- The Team queried about the total kilometers run per train per day.
- DMRC stated that it is approximately 450 km per train per day.

**Workshop Visit:**

**Certificate**

DMRC, train maintenance depot, Shastri Park, Delhi-53 has established and applies a quality management system for scheduled cleaning and maintenance of trains. ISO9001: 2008.

1. It has capacity to repair 27 trains, 24 4-car consists and 3 6-car consists, which in the future will increase to 52 trains.
2. A check after 5,000 km
  - B1 check after 15,000 km
  - B4 check after 60,000 km
  - B8 check after 120,000 km
  - C1 check after 400,000 km
  - C2 check after 800,000 km
3. It contains 6 lines, 12 trains can be repaired at a time.
4. The total staff in all 7 depots is around 1,200.
5. The total number of cars is 450.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

6. Standard gauge extension is not possible, but broad gauge can be extended up to 8 cars.
7. Maintenance of bogies.
8. AC repair section.
9. RRM – 1,500 (Rail cum Remote Controlled Shuttering Vehicle).
10. Training school of DMRC.



**9. Activities for 23<sup>rd</sup> January 2012**

On this date, a meeting was held with ICF, Chennai.

**Location:** ICF, Chennai

**Timing** 9:00am

**Present:** ICF- Abhay Kumar Khanna (General Manager), Dr. S. Ram Prakash (CMS), Hemant Kumar (CME), S.C. Parhi, (CSC), M. Salvaraj (CE), JSP Singh (CEE), Vijay P Meshram (COS), Meera Nageswaran (FA), L.N. Prasad (CDE/Elec), S. Srinivas, (CDE/Mech)  
JICA Survey Team- Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

Questionnaire session

1. When was ICF established?  
1955, ICF is a part of Indian Railways.
2. When did ICF start to manufacture EMU?  
1960, AC EMUs in 1970  
DC EMU (for Mumbai) now using AC  
25 KVA-incoming voltage, 3-phase transmission
3. What companies/organizations have you supplied rolling stock?  
Indian Railways, African Countries, Asian Countries.  
1981 to Kolkata Metro

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

4. How do you obtain the contract of manufacturing rolling stock?  
We do not do direct exporting, it is routed through RITES.
5. Have you formulated any consortium with any foreign company?  
Yes, with a Swiss car manufacturer.
6. What type of rolling stock does ICF manufacture?  
Coaches and EMU  
  
What type of car body material: steel, stainless steel or aluminum alloy?  
Steel and stainless steel
7. How much rolling stock can you manufacture per year?  
1,503 coaches-last year  
1,510 coaches-this year  
1,700 coaches-in net 2-3 years time
8. How many employees and engineers do you employ?  
Approximately-12,000  
Engineers-7,500-8,000  
Design Engineers-150
9. Who decides the main specifications of rolling stock, regarding IR and metro?  
RDSO does, but the coaches are designed by us.
10. Who is responsible for designing?  
We are responsible for designing coaches.
11. How many designers do you employ?  
150 engineers
12. We like to know what type of machinery is equipped.  
EMUs are from BEL (Bharat Electrical Limited)

**Presentation on ICF**

- Factory started in 1955
- Number of designs evolved so far-more than 250
- Annual turnover in 2010-11-Rs. 2,500 cr.
- Quality assurance: ISO9001, ISO14001 and BS OHSAS 18001
- ICF-100% Green energy
- 1955-56-first coach
- 1960-AC EMU
- The total factory area is 189.5 acres (767,100 sq m.)
- Total 11,826 employees
- The total coaches manufactures until December 31, 2011 is 44,190
- Aerodynamic HHP DEMU (2204)
- DEMU for Jammu & Kashmir, there is a heat unit to melt the ice
- DMU for Sri Lanka

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- M/s Medha (Hyderabad)
- 3 phase technology BHEL
- 3-phase AC EMUs are energy-efficient, from total energy 30% energy is regenerated
- 300 fully stainless steel coaches
- 300 coaches set of FIAT bodies

Factory Visit

- Programmed cutter machine, the thickness of steel it cuts is 1.6/2 mm
- Laser cutting and welding machines
- Hydraulic press machines-800 tone of load
- Stainless steel roof of the coaches
- AC duct roof
- Country steel width is 3.1 mm and the roof is 1.6 mm
- Kolkata Metro cars
- Construction work started in March 1952
- The first shell turned out in October 1955
- The total area is 26.67 hectares
- Covered area is 21.24 hectares
- The total supervisors are 517, 3720 Artisans and 1,224 group D staff
- DMU for Sri Lanka
- Kolkata under frame assembly
- Bogie section
- Air spring suspension
- Load test section for 100-300 passengers
- Robotic welding
- Paint shed, fitting shed
- The main rectifier from Hind Rectifier Ltd

The Design & Development Centre

- The software used is Solid Works, for 3D works
- Electric/CADD section
- Master control to traction control system
- DEMU's
- Testing section
- Stress & Strain investigation on 1600 HP Stainless Steel DMU/TC/V shell

Operation training centre for operation CNC trainer and CBT Lab

Meditation Hall

Supervisor development plan

Advanced welding training institute

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- Spot welding machine

**10. Activities for 24<sup>th</sup> January 2012**

On this date, a meeting was held with Bombardier, New Delhi at noon and MOR, New Delhi in the after noon.

**Location:** Bombardier, New Delhi

**Timing:** 12:00

**Present:** Bombardier- Sri Ram Raju (Director Sales)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer), S.K. Mallik (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

Introduction:

Bombardier Transportation of India came into force in 2001. Before that it was part of ABB. Nowadays, Bombardier has businesses in Europe and Asia. Around 2006, Bombardier got an opportunity to bid for Delhi Metro coaches and won an initial contract for 340 stainless steel cars and this has now grown to 640 cars because of network expansion. Therefore, Bombardier set up this factory at Salvi for manufacturing stainless cars mainly for Delhi Metro for the Indian market. At present, Bombardier is concentrating on the Indian market, but might manufacture equipment for export.

The JICA Team focused on some of the relevant important issues and the answers given by the Bombardier Team are noted below.

- The Team queried about the construction of DMRC cars, if Bombardier made the whole car, just bogies or everything.
- Bombardier explained that designs come from Europe but that manufacturing is done in India. Some components still come from Germany.
- The Team queried about where the design is being done.
- Bombardier stated that design is done by European counterparts by a core company in German.
- The Team queried about who decides the design.
- Bombardier stated that we have to undergo design review from DMRC.
- The Team queried about the design part, who designed what, Bombardier or another company.
- Bombardier stated that the Group Company Bombardier Germany was doing the designs.
- The Team queried about HSR trains produced by Bombardier
- Bombardier stated that they have HSR trains called ZEFIRO that go up to 380 km/h and received an order from China for 380 trains.
- The Team queried about the production location of HSR.
- Bombardier stated they are produced in China. ZEFIRO has not gone elsewhere yet.
- The Team queried if for example India has to construct HSR and Bombardier is interested in bidding, would those cars come from China.
- Bombardier stated that it tries to localize but this is dependent on quantity, configuration, etc.
- The Team queried about Indian customers.
- Bombardier stated that it has only two customers in India: Indian Railways and Delhi Metro.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- The Team queried about where its employees, workers and engineers come from (for example, Indian Railways).
- Bombardier stated that very few of its people come from Indian Railways or the rail industry and that it has to take time to train and groom its staff.
- The Team queried about the number of its employees in India.
- Bombardier stated that it has around 1,000 staff, with about 200 being engineers.
- The Team queried about the next metro project for Bombardier.
- Bombardier stated that it is looking forward to Delhi Metro Phase 3 and to the Hyderabad metro.
- The Team queried about the possibility of forming consortia in India.
- Bombardier stated that in India it does not at present intend to form consortia. Outside of India, it has formed consortia with Alstom and Siemens, but this will depend on the project.
- Bombardier stated that basically 20-30 staff is from Europe and are mostly involved in expert work.
- The Team queried about its two manufacturing sites.
- Bombardier stated that car body and propulsion manufacturing units are both located in Baroda: one in Salvi and the other is in Baneja.
- The Team queried about work at its engineering centre in Hyderabad.
- Bombardier stated that the Hyderabad is an engineering centre where people do not perform work for just India but for outside India as well. The work consists mainly of design conversion from 2D to 3D and modeling of schematics.
- The Team queried about the production of propulsion and the quality level of every product.
- Bombardier stated that lot of components come from abroad, which consist of high-end electronics ICP, PCB, etc.
- The Team queried about the components they produce in Vadodara.
- Bombardier stated that these are mainly propulsion components.
- The Team queried about other electronics equipment purchased from abroad.
- Bombardier mentioned vacuum circuit breakers.
- The Team queried about the education given to technicians and if some were trained in Europe.
- Bombardier stated if a new product is manufactured abroad, we have a processer in Bombardier, who is solely trained on the job.
- The Team queried about the training provided for both technicians and engineers.
- Bombardier stated both engineers and technicians are trained.
- The Team queried about the difficulty of technology transfer.
- Bombardier stated that it depends on the type of technology. Quality management was mentioned as a problem in India. Also, many suppliers do not have the capacity to design.
- Bombardier said there have many changes to the European metro design due to requests from DMRC and that it is very particular.
- The Team queried about the width of car bodies.
- Bombardier stated that the width is 2.9 m.
- The Team queried about who approves its designs.
- Bombardier stated that basic design comes from the Indian customer.
- The Team queried whether dust is a problem in Delhi and asked if DMRC told them about the dust and temperature.
- Bombardier stated that they had in the design stage and filters were added in the basic design.
- The Team queried about who design the DMRC workshop.
- Bombardier stated that DMRC has their own workshop.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- The Team queried about warranties.
- Bombardier stated that:
  - Design for 35 years, but the warranty is only for 2 years.
  - The bearing life is only for 10 years.
  - The body warranty is 30 years, but now customers want 35 years.
  - Car body life is 25 years.
  - Components have to be replaced after some time.
- The Team advised that for HSR rolling stock the body be made of aluminum.
- Bombardier stated:
  - Yes
  - Difficult to get aluminum in India.
  - It depends upon the quantity in India.
  - Bombardier has both aluminum and stainless steel.
- The Team queried if given a chance to produce HSR coaches, can they produce them in India using aluminum?
- Bombardier stated that it can but it depends on the quantity.
- The Team queried if they can manufacture HSR bogies in India using aluminum.
- Bombardier stated that yes it can do so.
- The Team queried about the production of aluminum cars by Bombardier in other countries.
- Bombardier stated that they produce aluminum cars in Europe.
- The Team queried why they decided to locate a workshop in India.
- Bombardier stated that because it is the right time to concentrate on the Indian market. Many projects are here.
- The Team queried about who its main competitors are.
- Bombardier stated that its main competitors are BEML, ROTEM, ALSTOM, and ICF/RCF/BEML.
- The Team queried how many days they work per week.
- Bombardier stated that they work five days a week in two shifts.
- The Team advised that they want to visit their factory to see the propulsion units and control centre, next month.
- Bombardier agreed.
- The Team advised that would it could visit between 22nd February-24th February 2012, and asked Bombardier to let them know which day is best.
- Bombardier stated that they would like to know the purpose of the visit.
- The Team stated that they want to see the layout of the factory and have discussions with the supervisors.



JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012



**11. Activities for 24<sup>th</sup> January 2012**

On this date, a meeting was held with MOR, New Delhi in the afternoon.

**Location:** MOR, New Delhi

**Timing** 15:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director- PSU)

JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Masaaki Hara (Mechanical Engineer), S.K. Mallik (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- MOR gave a list of people for the proposed workshop in February.
- In regards to rolling stock, MOR stated ICF produces EMUs like those in Japan but that RCF, which focuses on locomotives, does not.
- The Team mentioned that aluminum bodies are not manufactured and that this is important for light-weight cars for HSR.
- The Team also mentioned that the quality of bogies is insufficient and, as HSR bogies are very delicate, this could cause a major accident.
- MOR stated that JICA would have to go for high-end technology.
- The Team advised that Indian technicians are good at performing their work; therefore, technological upgrade should be easy.
- MOR emphasized the upgrading of technology.
- The Team advised that Bombardier is an acceptable choice for manufacturing HSR rolling stock.
- MOR thought that BEML might be acceptable and inquired about ICF and RCF.
- The Team stated the difference between BEML and ICF is machinery, with the former being better equipped and that RCF would have great difficulty manufacturing HSR coaches.
- MOR queried about the Team's visit to Gujarat.
- The Team said that Gujarat was keen about HSR and would also like to see a line go to Dholera as well.
- MOR queried about the possibility of a branch line to Dholera.

JICA Survey Log  
January 11<sup>th</sup> – January 25<sup>th</sup>, 2012

- The Team replied that at present there is little development in Dholera and that it will take several more years. The Team stated that Gujarat wants to move fast and that land acquisition is not an issue for them.
- MOR advised that it is considering funding civil infrastructure, while maintenance and operation can be done by private organizations under a PPP scheme.
- The Team advised that PPP schemes can be executed in many ways but that HSR will require positive government support.
- MOR expressed interest in obtaining a stand-alone balance sheet for Japan's Shinkansen as a reference for determining fares.
- The Team said that it would try to obtain this from JR East but that it may not be easy as it is not in the public forum.
- MOR also showed interest in station development and would like to know to what extent this will be necessary to make HSR a viable enterprise.
- MOR asked about a realistic commissioning schedule for HSR.
- The Team replied that it would address this issue.

**12. Activities for 25<sup>th</sup> January 2012**

On this date, a meeting was held with the Embassy of Japan to explain the results of the second field survey and the plans for the third and final field survey in February.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

**1. Introduction**

The JICA Survey Team arrived in New Delhi on 14<sup>th</sup> February 2012 to carry out its third and final field visit of the survey till 24<sup>th</sup> February 2012. This memorandum contains a summary of the hearings and interviews with government officials and organizations in New Delhi, Vadodara, Patna, and Mumbai, together with a description of on-site activities, and will form part of the Team's reporting.

**2. Activities for 15<sup>th</sup> February 2012**

On this date, meetings were held with JICA and Embassy of Japan officials to discuss the overall progress of the survey and its final expected outputs, which will be contained in the Final Report to be prepared and submitted by the Team in March 2012.

**3. Activities for 16<sup>th</sup> February 2012**

Meetings were held with MOR in the forenoon and afternoon regarding civil engineering and rolling stock issues for HSR that MOR would like to see addressed in a future JICA workshop. Below is a record of these activities.

**Location:** Ministry of Rail

**Time:** 11:00 – 13:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director-PSU), Surinder Pal (Exec. Director-Civil Eng.)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR System Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- MOR asked about soil treatment and actions to prevent settlement that may cause damage to non-ballasted track on earthen embankments. They enquired about the structural changes required, since in the case of any differential settlement in soil non-ballasted track will crack and requires much time to repair.
- MOR further stated that due to the liquefaction of soil when there is an earthquake, for example, an entire embankment can collapse. MOR would, therefore, like to have detailed information about the countermeasures applied in Japan for settlement and liquefaction in terms of case studies and design parameters.
- MOR stated that viaducts are probably more cost-effective than embankments as no fencing is required, land acquisition is less, and the construction of road over-bridges is unnecessary. It further added that the use of non-ballasted track will be more appropriate in this case as ballasted track results in greater loads on the structure and its maintenance would thereby require more inputs.
- The Team agreed that viaducts would usually be better than embankments in the case of India.
- MOR also wants to know more about Japanese soft-ground improvement techniques in terms of case studies, specifications, and costs.
- MOR also wants to know more about track maintenance practices in Japan (i.e., standards, specifications, & maintenance scheduling). Queries were made about limits/tolerance and methods to measure the deterioration of track and alignment.
- MOR stated that the life of their sleepers is 50 years but the life of fixtures and other equipment is less (about 10 years). Hence, component-wise maintenance is carried out.
- IR uses thermit welding for its tracks and the life of this type of welding is approximately 10 years, with some failures after only 2 to 3 years. Some of the premature failures are due to track corrosion caused by urea from train toilets. IR is now trying to introduce discharge-less toilets. The failure of weld joints is also due to flaws in the welding process due to poor workmanship.
- In IR there is a thermit weld every 260m, as this is the length of the track being produced by the Steel Authority of India.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- MOR wants to know the life-cycle cost for slab track. That is, is it less expensive than non-ballasted track?
- MOR also wanted to know what work Japan carried out on conventional lines for the operation of the Mini-Shinkansen. The Team stated that Japan simply changed the track from meter gauge to standard gauge, and because it operates at a much lower speed than the normal Shinkansen it is not completely fenced off.
- MOR also wanted to know what the per-km cost for HSR might be in India. As MOR has to weigh this against the potential benefits in order to decide whether or not to execute the project.
- The Team stated that a preliminary figure regarding cost should be available within 6 months, as some Japanese firms are working on HSR pre-feasibility studies for the Indian agency IRCON.
- It was agreed the design and maintenance for HSR will be totally different from that of the conventional line, and that a dedicated line is necessary to prevent people, animals, and obstacles from appearing on the track; otherwise, safety would be compromised and the consequences could be horrendous.

**Location:** Ministry of Railways

**Time:** 14:00 – 16:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director-PSU), N. R. Dash (Exec. Director-Elec. Eng. Dev.), Archana Mittal (Director-Mech. Eng. (Freight)), Sanjeev Sawroop (Exec. Director-Standards Elec.), Mukund Sinha (Director-Planning for Mech. Eng.)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- Mr. Osawa explained the Shinkansen concept, system, and key technologies and how it would be the best solution for HSR in India. He also mentioned that a dedicated line is essential for operational safety reasons.
- The Team stated that the light-weight body, big capacity, efficient propulsion system and regenerative braking technology of Japanese HSR, can contribute to reducing Indian Railway's carbon footprint. The Team also stated that these characteristics also enable the Japanese HSR (i.e., Shinkansen) to run at commercial speeds of up to 300 km/h and to operate 301 trains per day, which far exceeds that of any other country operating HSR. It was noted that a fully active control system is used in the N700, E5, E6 & latest series of trains.
- The Team stated that the JICA workshop would address in more detail the features of the Shinkansen system, rolling stock technologies, and train protection system.
- MOR wanted to know the maximum test and operating speeds, as well as the maximum acceleration of the Shinkansen. The Team stated that at present the maximum test speed is about 445 km/h, the maximum operating speed 300 km/h, and the maximum starting acceleration 2.6 km/h/s.
- MOR suggested that the following topics be addressed:
  - Vehicle dynamics with specific attention to the standards that Japan and MOR follow, together with the minimum and maximum vertical force for rolling stock.
  - The type of investment required for manufacturing rolling stock and its maintenance. For example, whether ICF, RCF, BEML or Bombardier are capable of manufacturing HSR coaches in India.
  - A description of routine HSR maintenance problems encountered in Japan.
  - More detailed information about power supply & rolling stock.
- The Team stated that the abovementioned topics can be covered in the JICA workshop with the help of Hitachi and Kawasaki.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- MOR stated that National High Speed Rail Authority of India is in the process of being formed. MOR then enquired about the inter-operability of the HSR with conventional rail and other modes of transport. The Team stated that, even though the Shinkansen operates on dedicated line, it and the other modes of transport in Japan are well integrated with each other. MOR stated that conventional rail is old and not standard gauge so it could not be physically inter-linked with HSR in India. The Team mentioned that in any case this would not be advisable from a safety viewpoint given the large differences in technological and operational characteristics.
- MOR requested that data from Japan about HSR failures such as wheel defects and other equipment failure be made available. The Team said it will try to obtain it from the operating companies.
- MOR asked about milestones for manufacturing, maintenance, training and project management in regards to the Shinkansen.
- MOR suggested also that the JICA workshop include the following:
  - Maintenance routines and periodicity.
  - Power supply arrangements.
  - Vehicle dynamics (broad parameters).
  - Effects of lateral & vertical forces.
  - Cost of rolling stock.
  - Organization.



#### 4. Activities for 17<sup>th</sup> February 2012

The Team traveled to Vadodara to meet with the staff of Bombardier factory on this day in order to carry out a site visit. Below is a record of these activities.

**Location:** Bombardier Factory, Vadodara (Savli), Gujarat State

**Time:** 10:15 – 13:30

**Present:** BOMBARDIER- Sriram Raju (Director- Sales), Vivek Trivedi (Head- Technical Services), Richard Melanson (Director- Purchasing), Amit Yadev (Director- Production)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- Presentation by Mr. Raju on Bombardier covered the following topics:
  - The Savli site was established in July 2007 and was a green-field factory.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- The first order for rolling stock came from DMRC and was for 340 cars.
- The first metro car was delivered in May 2009.
- Thirty-three million euro was invested to build the factory.
- The number of directly employed staff is at present 558, and another 3000 jobs are generated indirectly. Note that the number of factory employees would expand to 1000 when the factory is in full operation.
- Robotic machines
- Site certification includes: IRIS certification, EN ISO9001:2008, OHSAS 18001:2007, EN ISO14001, ISO 3834-2:2005
- Bombardier described its bogie production, car body production, and final assembly/test hall.
- Bombardier stated that it manufactures everything here at Savli, except for a few components. Bombardier has its propulsion unit in Baroda.
- Bombardier stated it has the capacity to produce 32 cars per month with the work week consisting of 6 days and 2 shifts per day, which can be ramped up to a maximum of 40 cars. It has 140 certified welders, 262 fitters and 4 robos.
- Bombardier stated that it is capable of testing 2 to 6 cars, including initial voltage tests on DT cars and water tests. Bombardier has welding courses to train welders.
- Bombardier stated that it delivers coaches to the client via road transport, as it is difficult to obtain permission from Indian Railways to use rail transport. The company it uses is PROCAM.
- Bombardier stated that it trains people in its processes and makes efforts to motivate its workforce.
- Bombardier stated that it trains people both abroad (especially in Sweden and Germany) and here in India. At present, it has 40 engineers and expects to increase this to 60 this year.
- Bombardier stated that it imports axles from Bonatrans of Germany and Sifang of China.
- Bombardier located its factory in Gujarat because it was able to obtain clearance easily and because it has excellent power supply. The Government of Gujarat was also very supportive of Bombardier and is pro-business. In fact, according to Bombardier, Gujarat's response was faster than that of China. Manpower in Gujarat is also qualified and the life style is good.
- Bombardier stated that it is capable of building HSR coaches, but that the quantity would need to be sufficiently large to justify the introduction of a new manufacturing line.
- Bombardier also stated that the total time to retool for HSR manufacturing would require a minimum of 6 to 8 months.
- Bombardier stated that at present it only has one client (i.e., DMRC) and is hoping to obtain more work to ensure a steady stream of work.
- Bombardier stated that RDSO is not working with DMRC, but that DMRC intends to involve them in future.
- The Team toured the Bombardier factory and encountered the following:
  - Bombardier works under a team concept and for 1191 days had not experienced an accident.
  - Radiographic testing is done in-house.
  - Monitoring indicates in 97% RFT (right-first-time).
  - Measurement checker unit, testing of spring and break pipes.
  - Welding and robo-spot welding.
  - Leakage test done with software called TICO.
  - High voltage testing area – Bombardier does test with 55KV first and then moves to 23-36 KV. Results are examined with software called Monas.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- After voltage testing of individual cars, they are coupled in 4, 6, and 8-car consists and tested again. When this is completed, the cars dimensions are checked and water leakage tests executed.
- Mr. Fazan Khan (Testing Manager) explained the entire testing routine executed by Bombardier.
- All parts and tests are checked by DMRC. AGM/GM-level staff from DMRC is available 24-hours a day at Bombardier.



**5. Activities for 21<sup>st</sup> February 2012**

On this date, a meeting was held with the Chief Secretary of the Government of Bihar. Below is a record of these activities.

**Location:** Chief Secretary's Office, Patna, Bihar  
**Time:** 13:15 – 14:30  
**Present:** Government of Bihar - Navin Kumar (Chief Secretary)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (Team Leader), William Hayes (Deputy Team Leader), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team asked about the Government of Bihar's view on the HSR, as Delhi– Patna is a relatively high priority corridor.
- The Chief Secretary stated that they are very keen to see the HSR implemented, but that MOR is responsible for its execution as it is a national transportation project.
- The Chief Secretary stated that he thought that the Delhi–Patna corridor, which is about 1000 km long, would be very competitive with air travel if appropriately priced.
- The population of Patna is approximately 2 million and most people travel by train as it is the cheapest mode of travel to Delhi. Note that Patna airport is small and large aircraft cannot land and a new airport is needed.
- The Bihar government would assist MOR with land acquisition, which should not be a big problem for HSR as the amount of right-of-way required is relatively small.
- Moreover, the Chief Secretary mentioned that the state government has raised compensation for land acquisition and pays 240% instead of 100% of the land value to the owner and reiterated that there should be no problem.



JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- On the other hand, the Bihar government does not intend to provide any money for HSR infrastructure and is expecting the central government to be responsible for all funding in that regard.
- The Chief Secretary stated that there are basically two kinds of funding models for rail-based projects, with one being a joint venture between the central and state governments and the second a PPP scheme. However, in the case of long-distance railway projects, Indian Railways alone is usually responsible.
- The Chief Secretary stated that he has had little interaction with MOR, as he assumed his post only in September 2011.
- The Chief Secretary confirmed that Bihar has an infrastructure development board and that it would be involved in the integration of HSR stations with its urban areas and existing transport.
- The Team mentioned that the Gujarat government contributed 25% of the total cost of the pre-feasibility studies.
- The Chief Secretary stated that the Bihar government did not contribute financially to the pre-feasibility study for its corridor.
- The Chief Secretary stated that the Indian Government needs funding for the HSR project and a scheme similar to the one provided by JICA for the Delhi Metro would be good.
- The Team mentioned that JICA is at present assisting with the training of Indian Railway experts in Japan for the HSR.
- The Chief Secretary mentioned that Patna is in the process of procuring consultants for a feasibility study for a metro in Patna and if it is viable may also request JICA's assistance.
- Finally, the Chief Secretary suggested that the HSR be extended to Kolkata, as it is only about 500 km from Patna.



**6. Activities for 22<sup>nd</sup> February 2012**

On this date, a meeting was held with the Chief Secretary of the Government of Maharashtra in the afternoon. Below is a record of these activities.

**Location:** Chief Secretary's Office, Mumbai, Maharashtra State

**Time:** 13:30 – 15:00

**Present:** Government of Maharashtra- Ratnakar Gaikward (Chief Secretary), Dr. Sailesh Kumar Sharma (Principal Secretary- Transport), Thomas Benjamin (Principal Secretary- Urban Development Department)



JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

JICA Survey Team- Shinya Nakamura (Team Leader), William Hayes (Deputy Team Leader), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- Regarding JICA projects in Maharashtra, the Team mentioned that JICA is currently providing assistance to the DFC (dedicated freight corridor) project and to a light-rail study in Pune, which was requested by the Pune Municipal Corporation.
- The Principal Secretary stated the Government of Maharashtra is also interested in building a fully-elevated metro in Pune, which has a population of 2.5 million. The total cost for this project would be about INR 25 billion and is highly viable. He noted that RITES had produced the DPR and that they are interested in perhaps obtaining JICA funding. He mentioned further that in Pune Line 1 is planned to run from Kothrud to Vadgaon Sheri and Line 2 from Pimpri to the heart of Pune.
- The Team then mentioned that MMRDA (Mumbai Metropolitan Region Development Authority) has approached JICA for its Metro Line 3 project (the Colaba-Bandra-SEEPZ line), which is completely underground and 33.5 km in length.
- The Principal Secretary added to this by saying that there is a serious need for a metro system in Mumbai as the population is 35 million and the current modes of transport are unable to cater to the demand. He also stated that Line 3 is anticipated to cost about INR 10.24 billion, with JICA expected to contribute 52%, the Maharashtra Government 19%, and the Central Government 15% of the cost.
- The Team then went on to say that JICA is keen to finance HSR between Ahmadabad – Mumbai – Pune, which is a high priority HSR corridor that has had a pre-feasibility study carried out by the Central Government.
- The Principal Secretary replied that the Government of Maharashtra is keen as well to implement the HSR project. He also mentioned that they are interested in connecting Mumbai and Nagpur, as Nagpur is the second capital of Maharashtra with a population of approximately 1 million and a transport hub. Connecting Nasik, which is about 200km from Mumbai, was discussed as well and would form a triangle between Mumbai, Pune and Nasik.
- The Principal Secretary further stated that Maharashtra has no problem to connect with Ahmadabad, but they want to connect to other areas of Maharashtra as well.
- The Principal Secretary mentioned that they do not have any budget plan for the HSR, and the Chief Secretary stated that although they have met with MOR they have not discussed the HSR and therefore he does not have an idea about its viability.
- The Principal Secretary stated that in Maharashtra there is coordination committee that interacts with the state and MOR and works under the Chief Secretary and that the HSR project would be decided by that committee.
- The Chief Secretary stated that they will consider related development plans for the HSR when the MOR approaches them about it.
- The Principal Secretary stated that Maharashtra is ready to contribute for the HSR project but wants to know the cost of the project.
- The Principal Secretary suggested that the HSR station for Mumbai be in the Panvel area in Navi Mumbai as there is a lack of space inside Mumbai city. It was noted that there is also a plan to build a new International Airport in Panvel.
- The Principal Secretary mentioned that they are planning to build a 22km trans-harbor bridge connecting Navi Mumbai with Mumbai to improve connectivity.
- The Principal Secretary said that Maharashtra would be able to help in providing infrastructure for the manufacturing of HSR rolling stock, as it is the most industrial state in the country.
- The Principal Secretary stated that MIDC is responsible for issues related to land, power, water, and industrial development, while MMRDA was in charge of developing the

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

public transport network. Further, MRVC (Mumbai Railway Vikas Corporation Ltd.) is responsible for the improvement of the infrastructure of the Mumbai suburban railway system.

- The Principal Secretary stated for the Team's reference that the World Bank MUTP1 (Mumbai Urban Transport Project-1) contributed INR 50 billion to Mumbai to reduce congestion in trains by 14%. With MUTP2, they have increased the number of trains, the frequency of train operation, train consist length, improved station conditions and improved the physical internal conditions of trains as well, resulting in crush load being reduced from 5000 people per train to 3000.



## 7. Activities 23<sup>rd</sup> February 2012

On this date, the meeting was held with MOR forenoon and afternoon. Below is a record of these activities.

**Location:** MOR

**Time:** 11:00 – 13:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director-PSU), V.R. Kakatkar (Exec. Director-Finance)  
JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Tamio Okutani (Signaling Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- MOR asked about the cost difference of dedicated track for 200 km/h and 350 km/h operation and the advantages of increasing train speed from 200 km/h to 350 km/h.
- The Team replied that for dedicated track for 200 km/h and 300 km/h operation there is essentially no difference in cost with the difference being only about 5%.
- On the other hand, the Team stated that higher speeds will encourage more travel and thereby increase business opportunities and stimulate economic growth. For non-dedicated track, the maximum operating speed would be 160 km/h and, if there are level crossings, this would be reduced to 130 km/h due to safety concerns.
- MOR wanted to know more about the signaling system for a 200 km/h system.
- The Team noted that in Japan ATS (Automatic Train Stop) is common but for HSR ATC (Automatic Train Control) is applied. In Japan, the same type of track is used for 130 km/h and 200 km/h operation. However, for 300 km/h operation slab track is recommended.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- The Team suggested that Europeans are upgrading speeds on conventional rail to 160 km/h but not to 200 km/h.
- MOR stated that one level crossing per km is the average number in India for a conventional line, so it is a big issue when train speed is increased.
- Regarding HSR and PPP, the Team stated that it will be very difficult for a private company to earn profit in Japan unless the civil structures are funded by the government. The private sector would be responsible for the systems and rolling stock.
- MOR stated that if you outsource maintenance the risk of the private sector could be reduced. In any case, there has to be an assurance of sufficient revenue generation.
- MOR prepared a presentation on its perception of the business model and fare charging system for the Shinkansen and which was as follows:
  - JR East: Largest Japanese railway company
  - Network: 7,512 km
  - Passengers carried per day: 17 million
  - Operating revenue of JR East group: US\$ 32 billion (US\$ 22 billion from transport & US\$ 10 billion from non-rail businesses)
  - Non-railway business: US\$16 billion from conventional line; US\$6 billion from Shinkansen

**Business Model**

- Data from Tokaido Shinkansen suggested O&M cost per train km is approx. US\$91.8.
- Based on this figure, JR East's O&M cost should be in the range of US\$ 17 billion, whereas the income from Shinkansen is around \$ 6 billion.
- The overall profitability of JR East is possible because of non-rail business (Real estate, hotels, shopping malls, resorts etc)

**Fare Charging System for Shinkansen**

- The charge for Shinkansen travels consists of "Fare" and "Charges".
- Fare: amount payable for transport services.
- Charges: surcharge for additional services.
- Additional service comprises high-speed service; high-grade service; sleeping-car service.
- Both fares and charges follow telescopic pattern.
- Presentation from the Team's Atsushi Kamiyama covered the following topics:
  - History of the Construction of the Shinkansen.
    - Construction period
    - Construction cost
  - Management of the Shinkansen
    - Passenger increases
    - Business conditions of JR companies
    - Structure of business income and performance of 3 JR Companies
    - Characteristics of operation of each company
    - Population distribution on corridors – comparison with foreign countries
    - Related businesses
  - Outline of government regulation for railway fares and charges.
- The Team suggested that in India the construction cost for HSR would be 3-4 billion Japanese yen per km. In Japan it is more, because there are frequent earthquakes and Japan has also invested much money to reduce noise.
- MOR queried how is the gap between the Shinkansen's O&M cost of US\$ 17 billion and income of US\$ 6 billion estimated by it covered.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012

- The Team replied that it would have to check the MOR's estimates and could respond by email.

**Location:** MOR

**Time:** 14:00 – 16:00

**Present:** MOR- V.K. Singh (Exec. Director-PSU)

JICA Survey Team- Shinya Nakamura (TL), William Hayes (Deputy TL), Atsushi Kamiyama (Project Financing Expert), Mitsuyuki Osawa (HSR Systems Expert), Tamio Okutani (Signaling Expert), Rajesh Bhatt (Sr. Project Coordinator), Naresh Kumar (Project Coordinator)

**Record:**

- The Team's Tamio Okutani gave a presentation on signaling systems for HSR and covered the following topics:
  - Outline of signaling systems
  - Outline of train detection
  - Outline of ATC system
  - Outline of breaking pattern
  - Outline of signaling & traffic control systems
  - Signaling & traffic control center
  - Electric equipment (open)
  - Electric equipment (tunnel)
  - LCX: Leaky Coaxial Cable
  - Disaster warning system
- The Team stated that in Japan a track circuit is approx. 1km long and the distance between two trains is measured by a tachometer and the speed a train moves along a track circuit. There is a transponder every 14km and is used for calibration.
- The Team suggested that for communication between a control center operator and train driver and between a control center operator and maintenance staff telephones located in boxes be used.
- MOR stated that in India they have only the sockets and not the phones and that the phones are hand carried. However, in the case of the HSR it is possible.
- MOR asked about GPS for train location in Japan.
- The Team stated that there is no GPS for trains in Japan; although, Europe does use GSMR. The Team mentioned that the Shinkansen signaling system is more reliable.
- MOR commented that the Japanese signaling system is excellent and would like to know more about the cost and the redundancies of the system.
- MOR also wanted to know if it is possible to reduce the 3-layers system of ERTMS3.
- The Team noted that ERTMS3 is used in Europe and that on conventional lines in Japan ATACS is applied, which is a moving block system. Recently, in Japan, a digital ATC system is being utilized.
- The Team stated that signaling costs beyond 300 km/h would be the same all over the country, whether it is South or North India, and recommended that detailed discussions on the ATC signaling system be held in future.
- Finally, the Team informed MOR that the CTC system can be switched over to another control system in case of an emergency.

JICA Survey Log  
February 15<sup>th</sup> – February 24<sup>th</sup>, 2012



**8. Activities 24<sup>th</sup> February 2012**

On this date, meetings were held with JICA and Embassy of Japan officials to discuss the final results of the three field surveys and the closing out of the survey and its final expected outputs, which will be contained in a final report to be prepared and submitted by the Team in March 2012.

---

添付資料3　－　本邦研修プレゼンテーション資料

---

**5<sup>th</sup> December 2011**

**Japan International Cooperation Agency (JICA)**

- JICA's Cooperation for Railway System Development

**Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency (JRJT)**

- Introduction of JRJT
- Electric System of Shinkansen
- Slab Track in Japan

**Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT)**

- High-Speed Railway in Japan
- Technical Standards System of Japan



# JICA's Cooperation for Railway System Development



December 19, 2011

KOIZUMI Yukihiro

Economic Infrastructure Department  
Japan International Cooperation Agency (JICA)

国際協力機構

## 0. Introduce Myself

1993 M.D. of Civil Engineering at Tokyo Institute  
of Technology

1993 JICA Grant-aid Department (Road, Bridge)

1995 Ministry of Transport (Port Bureau)

2000 JICA Cambodia Office (Infrastructure)

2004 JICA Asia Department (Cambodia, Mekong)

2007 JICA Indonesia

2009 JICA Economic Infrastructure Dev.  
(Urban Transport, Railway, Port etc)

国際協力機構

## Contents of the presentation

1. JICA's Cooperation Scheme
2. Importance of Human Resource Development  
in Railway System
3. JICA's Cooperation for Capacity Development
4. Closing



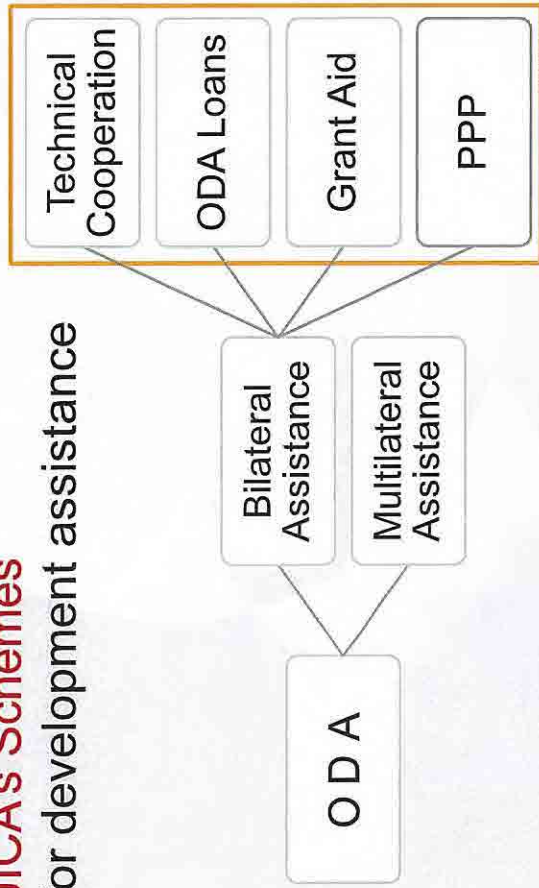
国際協力機構



# 1. JICA's Cooperation Scheme

## JICA's Schemes

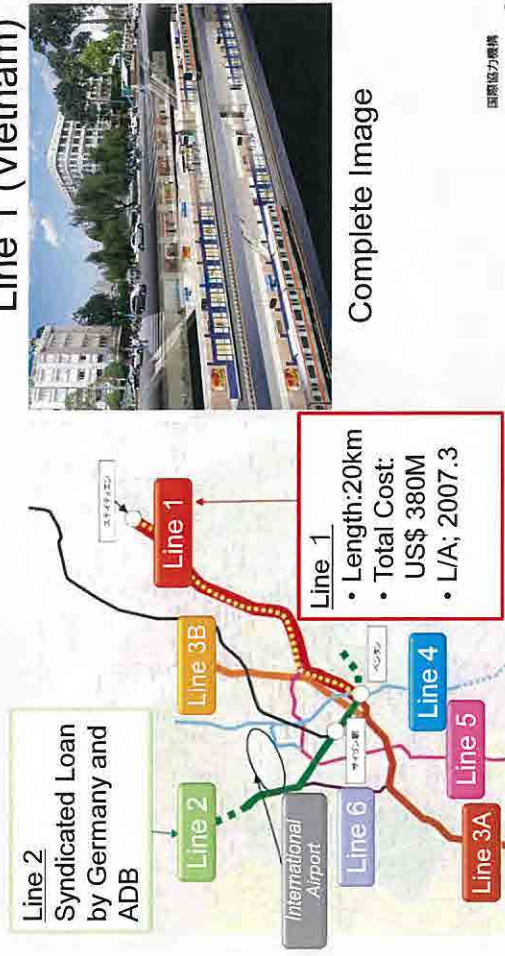
for development assistance



## Good Practice : Urban Railway

✓ Ho Chi Minh City Urban Mass Rapid Transit

Line 1 (Vietnam)

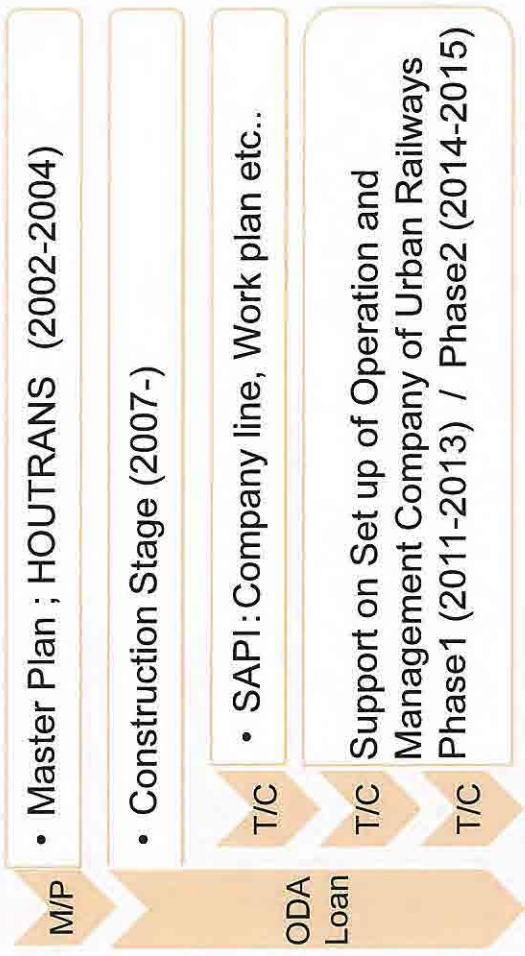


## JICA's Cooperation for Railway Development

### Technical Cooperation



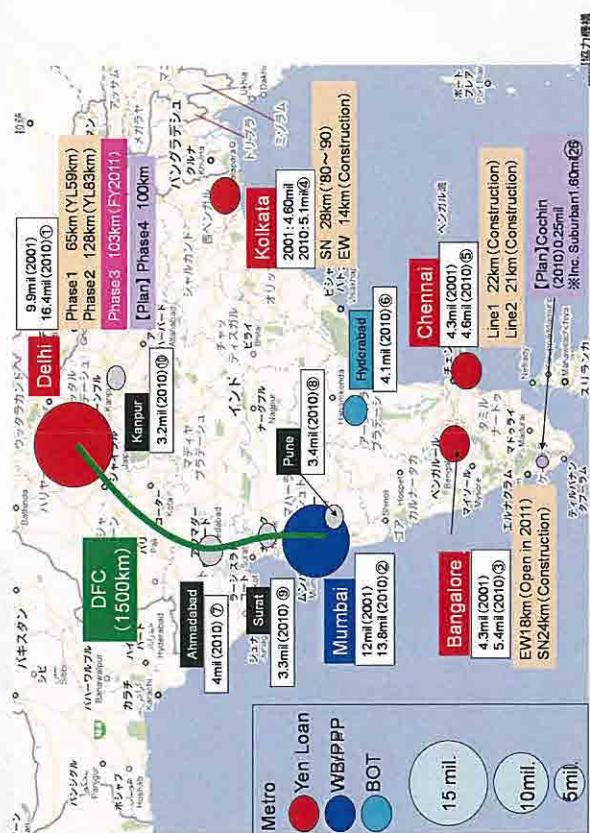
✓ Ho Chi Minh City Urban Mass Rapid Transit  
Line 1 (Vietnam)



Open of Urban Mass Rapid Transit (2016)



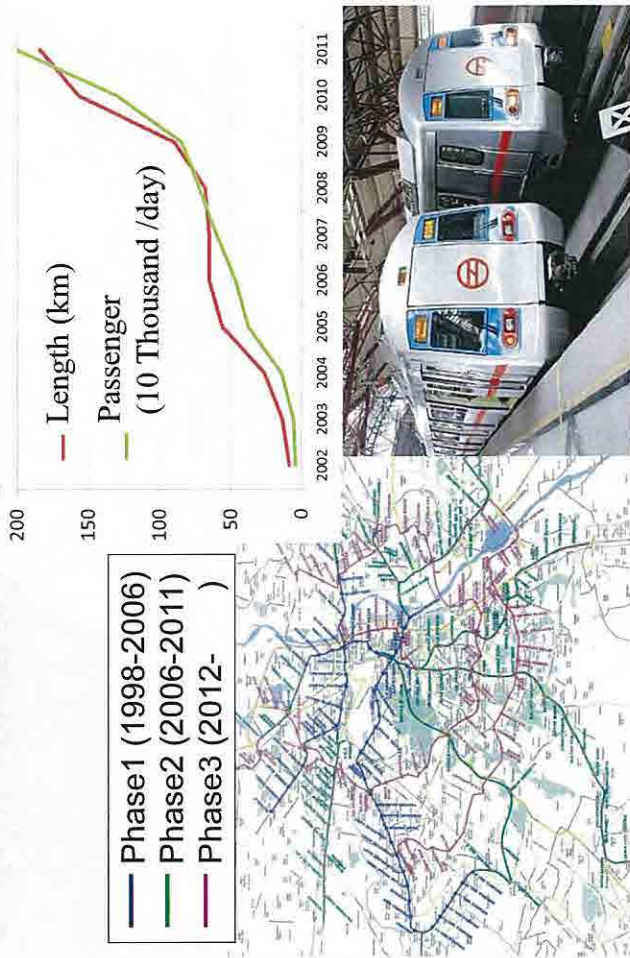
## Major Cooperation in Railway Sector in India



8

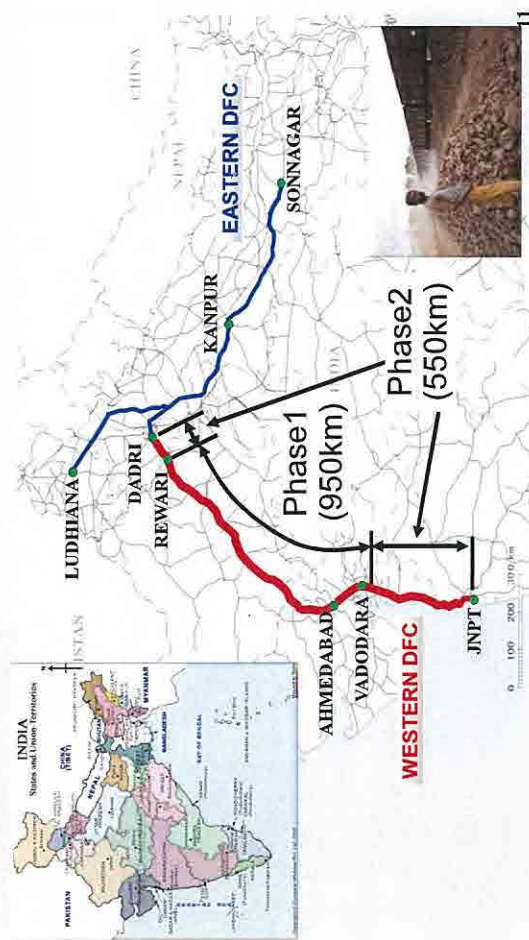
A3-4

## Continued Support for Delhi Metro



## Support for Large Scale Project

✓ Dedicated Freight Corridor (India)



国際協力機構

9



## 2. Importance of Skill Development in Railway System

- ✓ **Safety** is the most basic and important component in railway system



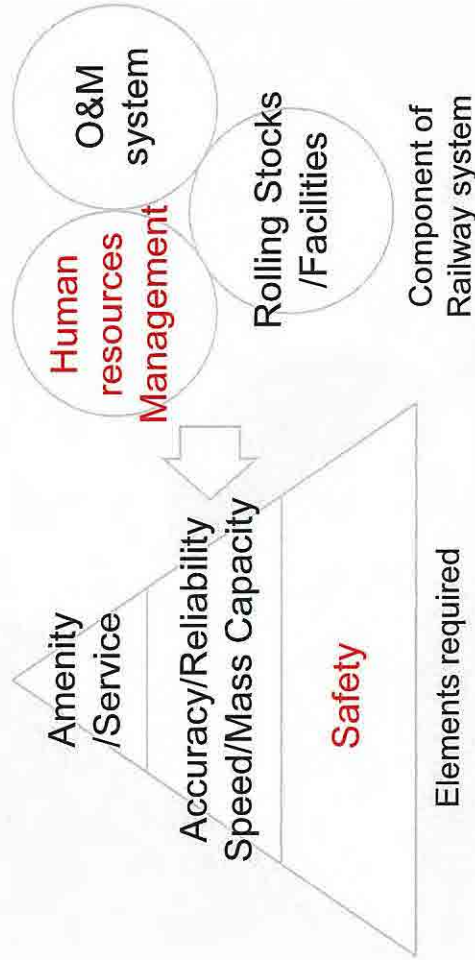
- ✓ Quality of Rolling Stocks or Facilities
- ✓ Inadequate maintenance
- ✓ Human errors

国際協力機構

12

A3-5

- ✓ Human resource development is indispensable for safety operation



国際協力機構

14

## Toward "Maximized Safety"

Continuous efforts of Skill development for safety



Training center



Safety Education Seminar



Computer training tool

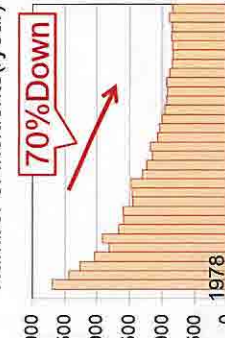


Driving simulator

Zero of the death accident continues from the opening



Number of Incidents(/year)



国際協力機構

13

<http://www.jreast.co.jp/safe/index.html>

Accuracy

Average  
Delay Time

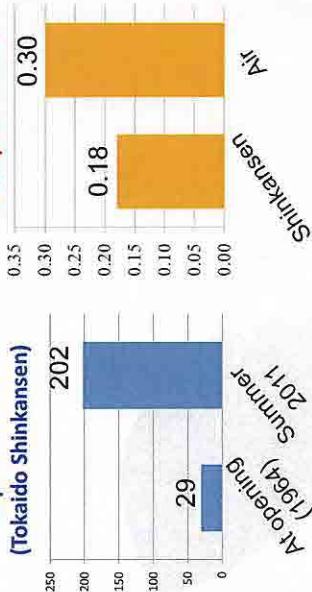
Less than  
1 min

Frequency

Number of Daily  
Operation  
(Tokaido Shinkansen)

Reliability

Rate of  
Suspension



Securing Operation

Securing Maintenance

Skill Development

Source: JR Central

国際協力機構

18

A3-6

## Significant Increased of Frequency of Tokaido Shinkansen at Tokyo station

Timetable (In 1964)

6	00	30
7	00	30
8	00	30
9	00	30

Blue:HIKARI Brack:KODAMA

Timetable (Summer in 2011)

6	00	04	16	20	26	30	33	43	47	50	56		
7	00	03	10	13	20	23	26	70	33	40	47	50	56
8	00	03	10	13	20	23	26	30	33	40	47	50	56
9	00	03	10	13	20	23	26	30	33	40	47	50	56

Red:NOZOMI Blue:HIKARI Brack:KODAMA

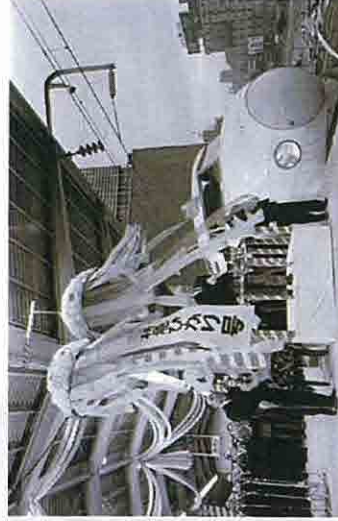
( ):Extra train for peak season

国際協力機構

17

## Ice Breaking

Do you know?



Super-Express "Shinkansen"  
(Tokyo-Osaka) 1964

- A. Financed by the World Bank.  
(Japan was a recipient country by the WB.)

国際協力機構

19





## 3. JICA's Support for Capacity Development

- ✓ Japan's experience and know-how through "Technical Cooperation Project"

### Dispatch of Experts

- Guidance of operation and maintenance etc..

### Acceptance of Training Participants

- Visiting of site
- Training on the site etc..

### Provision of Equipment

- Rolling stocks
- Training equipment etc..



## Good Practice of Technical Cooperation Project

### Indonesia;

- ✓ Bring up of specialists for railway operation & maintenance

### Thailand;

- ✓ Development of the systematic technical training curriculum

### Malaysia;

- ✓ Realization of the sustainable railway system



## Indonesia;

- ✓ Bring up of specialists for railway operation & maintenance

### Dispatch of Experts

- ✓ Project on Improvement of Railway Safety Management

### ODA Loan

- ✓ Rolling Stocks
- ✓ Facilities/Rail yard



+

### Acceptance of Training Participants

- ✓ Training in Japan

24

A3-8

## Malaysia;

- ✓ Realization of the sustainable railway system

### Provision of Equipment

(Secondhand rolling stocks are provided by private base)



+

### Dispatch of Experts

- ✓ Adviser to the maintenance of rolling stocks

### Acceptance of Training Participants

- ✓ Maintenance Training of rolling stocks to the staff of railway public corporation

(By Kyodo Tsushin)

国際協力機構

26

## Thailand;

- ✓ Development of the systematic technical training curriculum

### Dispatch of Experts

- ✓ Development for 21 training programs (Driving, Maintenance, Operation, Signal, etc..)

### Provision of Equipment

- ✓ Driving simulator etc..

+

### Acceptance of Training Participants

- ✓ Training in Japan



国際協力機構

25

## Acceptance of Training Participants

Lineup of JICA Training and Dialogue Programs related to railway in 2011

- ✓ Colloquium on Urban Public Transport
- ✓ Environmentally Sustainable Transportation
- ✓ Planning the Operation and Maintenance System for Urban Railways
- ✓ Comprehensive Urban Transportation Planning and Project

**Order made training program** will also be arranged:  
(e.g. South Africa Railway training program 2011)

国際協力機構

27



## 4. Closing

- ✓ JICA can offer **total support program** for planning, construction, and O&M.
- ✓ JICA can offer various programs for **human resource development** for development of railway system.
- ✓ Japan's experience and know-how can contribute to **improve safety level** of the railway system.





# Introduction of JR

- Foundation & Works of JR
- Experience of Railway Construction
- Shinkansen Construction in Japan

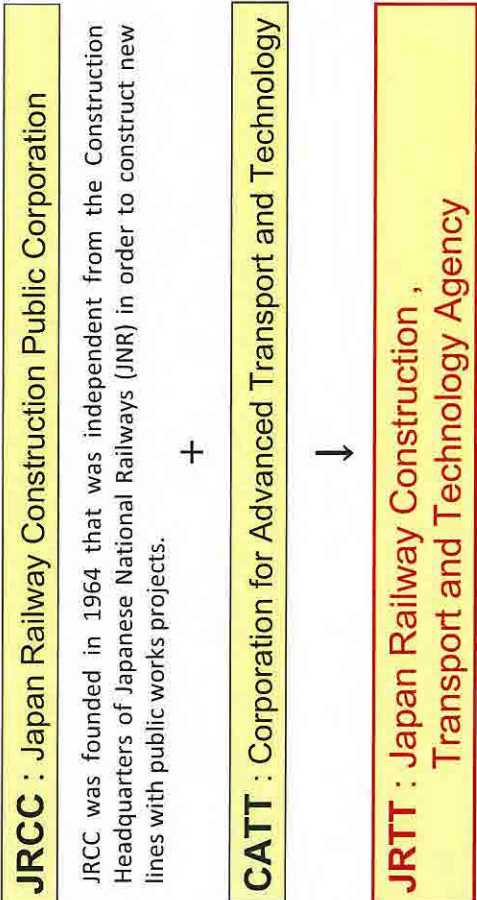
International Affairs Division,  
Corporate Planning Department, JR

1

 **JR**

Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency


## Foundation of JR



JRTT was founded in October 2003, as an Independent Administrative Agency by the integration of JRCC and CATT.


2

## Works of JR




(Kyushu Shinkansen)

Railway construction




(Construction SES)


Joint ownership shipbuilding scheme of coastal ships




Natural Gas Hydrate




molecular-structure




powder form




pellet form



combustion state




Research and development of advanced ship technologies




(Seaside Structure Equipped with Seat Sensor System)

Fundamental studies in the field of transportations



(Hiroshima Electric Railway)


Subsidies for Railways



Advanced development zone

Settlement of JNR (Umeda District)

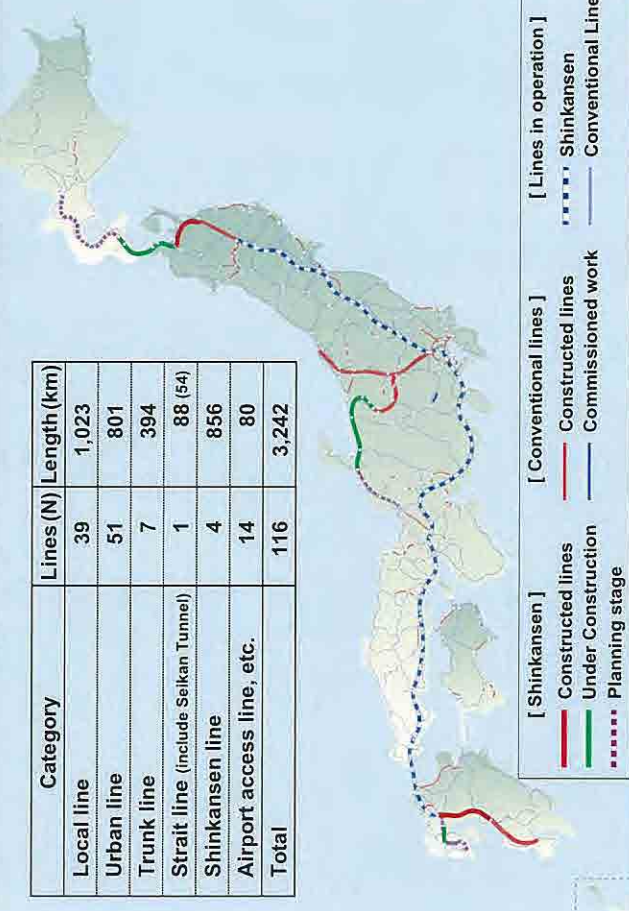
3

 **JR**

Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

## Experience of Railway Construction

Category	Lines (N)	Length (km)
Local line	39	1,023
Urban line	51	801
Trunk line	7	394
Strait line (include Seikan Tunnel)	1	88 (54)
Shinkansen line	4	856
Airport access line, etc.	14	80
Total	116	3,242



[ Shinkansen ]

— Constructed lines

— Under Construction

— Planning stage

[ Conventional lines ]

— Constructed lines

— Commissioned work

[ Lines in operation ]

--- Shinkansen

--- Conventional Lines





Shinkansen  
(Hokuriku Shinkansen)



Urban Railway  
(Tsukuba Express)



Maglev Test Line  
(Yamanashi Maglev Test Line)



Longest Undersea Tunnel  
(Seikan Tunnel : 53.85km)

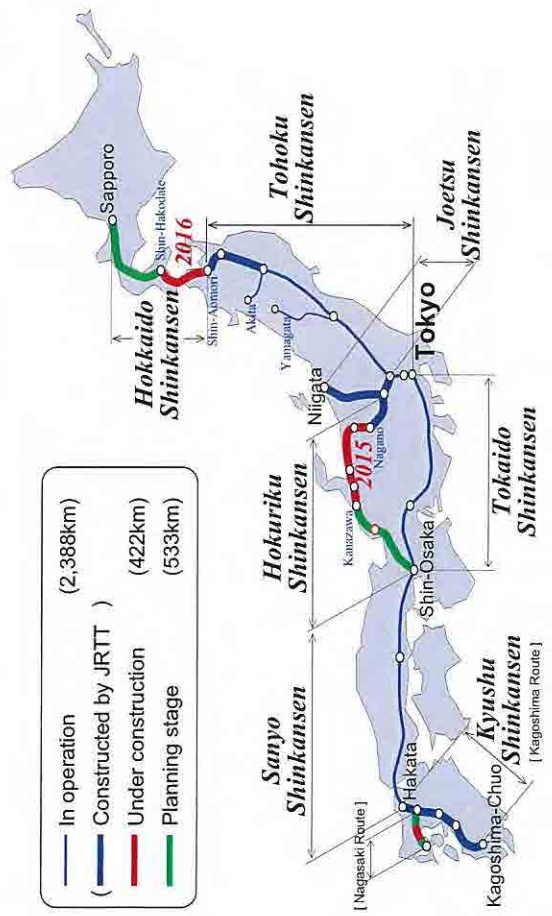


Subway  
(Minatomirai Line)



Airport access railway  
(Tokyo Monorail)

## Shinkansen Network



# Main Features of the Shinkansen



No passenger fatalities in 47 years



Up to 14 trains per hour



Average delay time less than 1 min

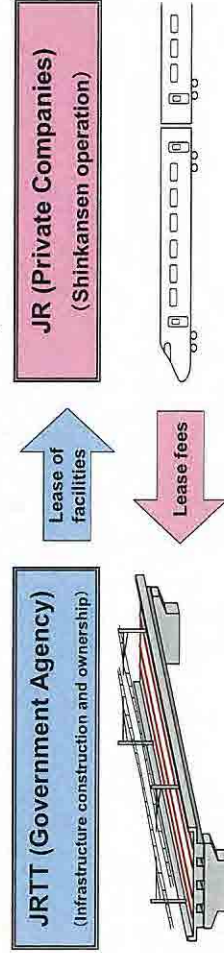


Approx. 850,000 passengers Per day



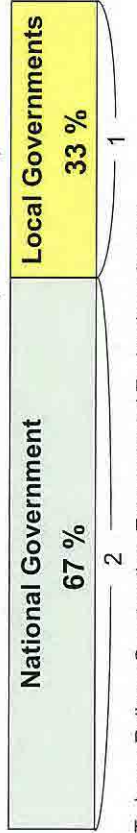
## Framework for implementation of Shinkansen Project

### □ Separation of infrastructure and operation



### □ Financing

National (2/3) and local (1/3) governments bear financing burden for the Shinkansen infrastructure. (Public works)

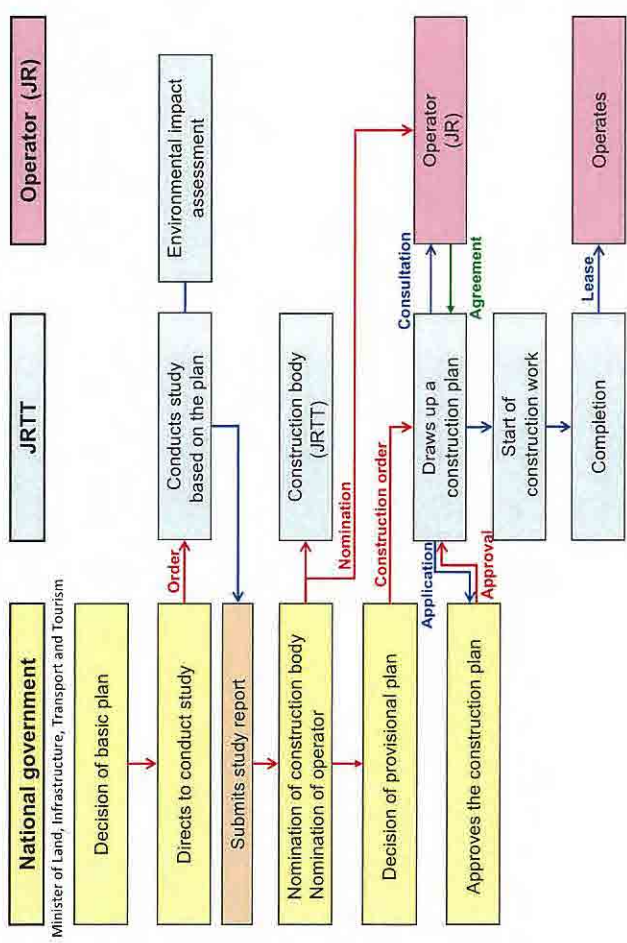




# Procedure of Shinkansen construction



Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

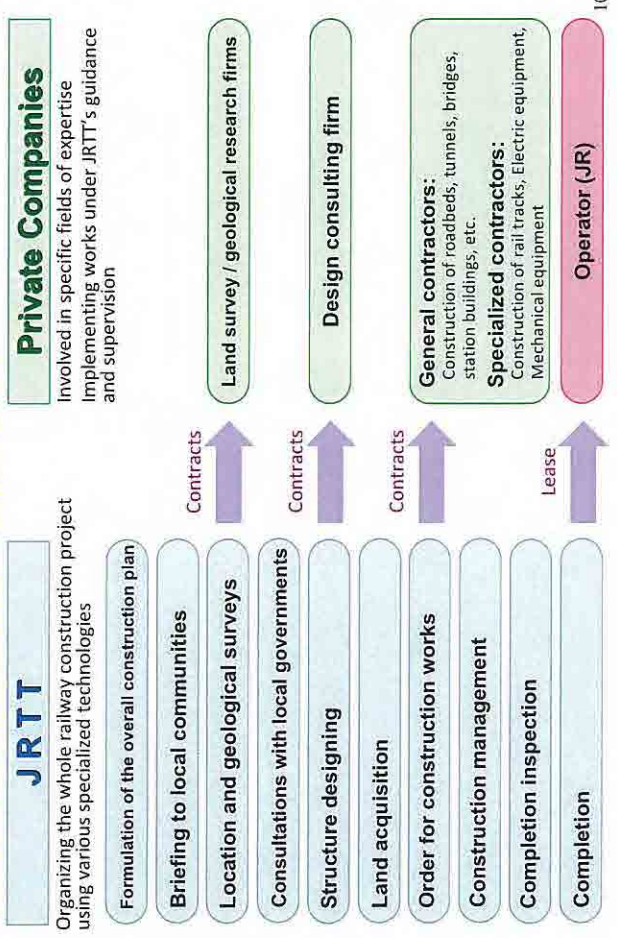


9

# Flow of Railway Construction Projects and Roles of JR TT

Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

## A case of Shinkansen line construction



10

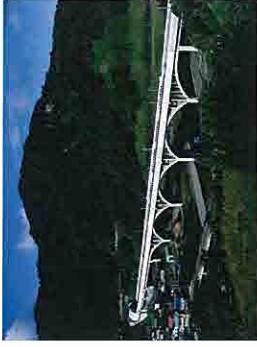
# Structures on Shinkansen



Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency



Tunnel  
( Kyushu Shinkansen )



Bridge  
( Tohoku Shinkansen )



Viaduct  
( Hokuriku Shinkansen )



Earth Structure  
( Kyushu Shinkansen )

11

# Track Structure (Slab Track)



Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

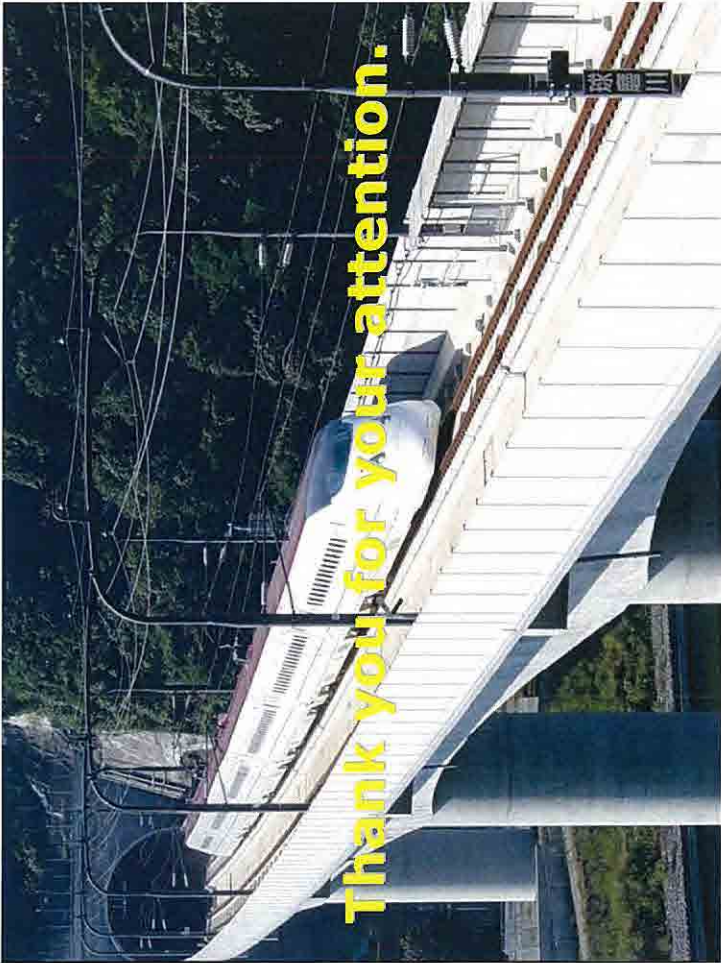


Tunnel  
( Kyushu Shinkansen )

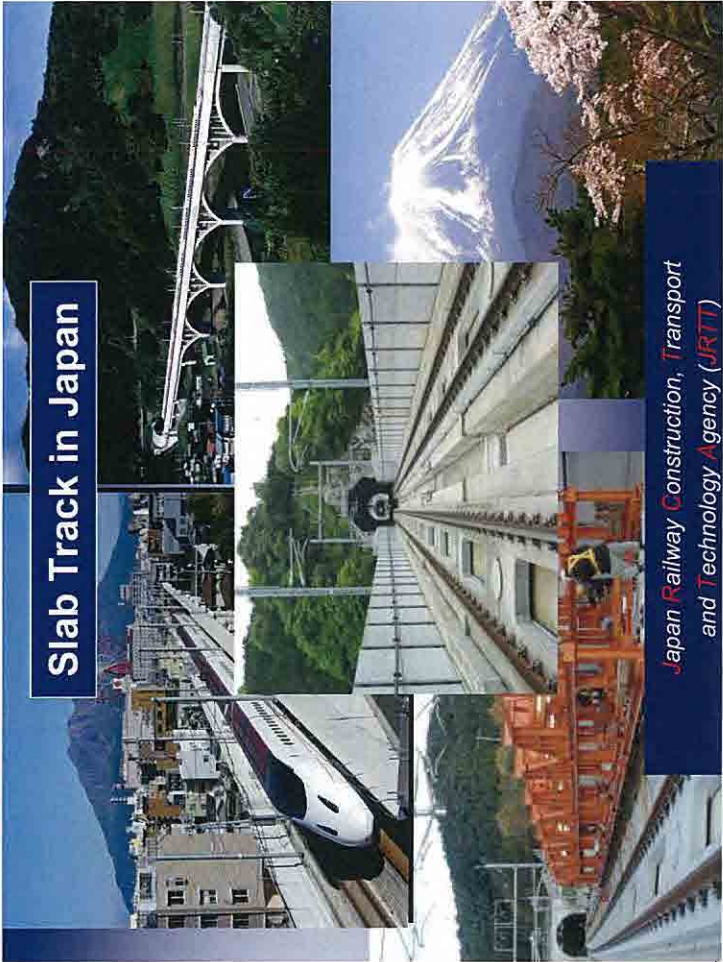


Bridge  
( Kyushu Shinkansen )

12





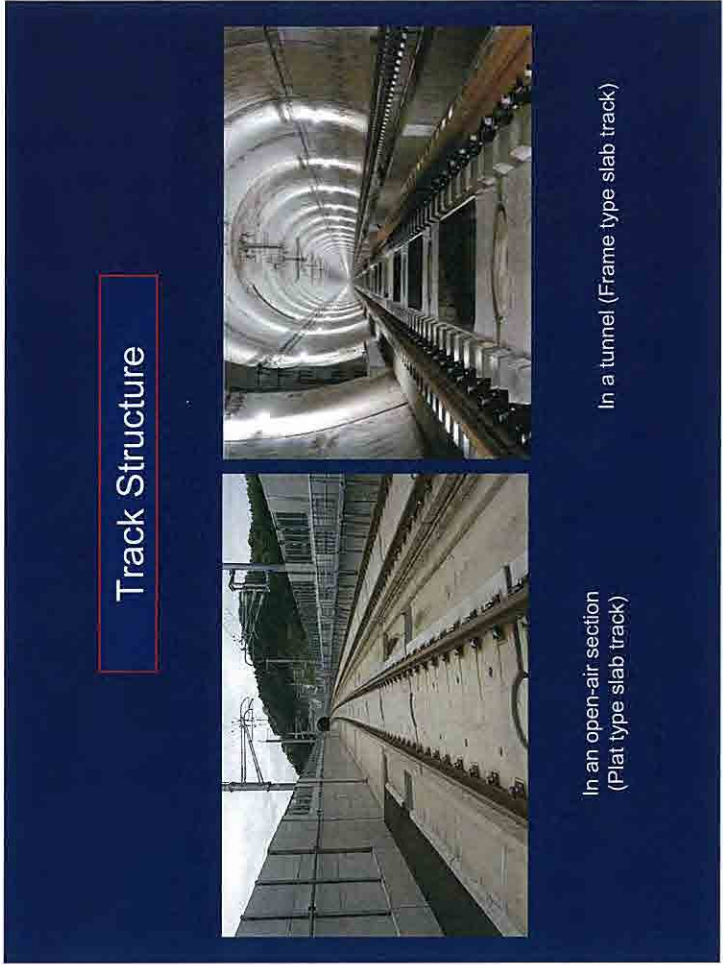
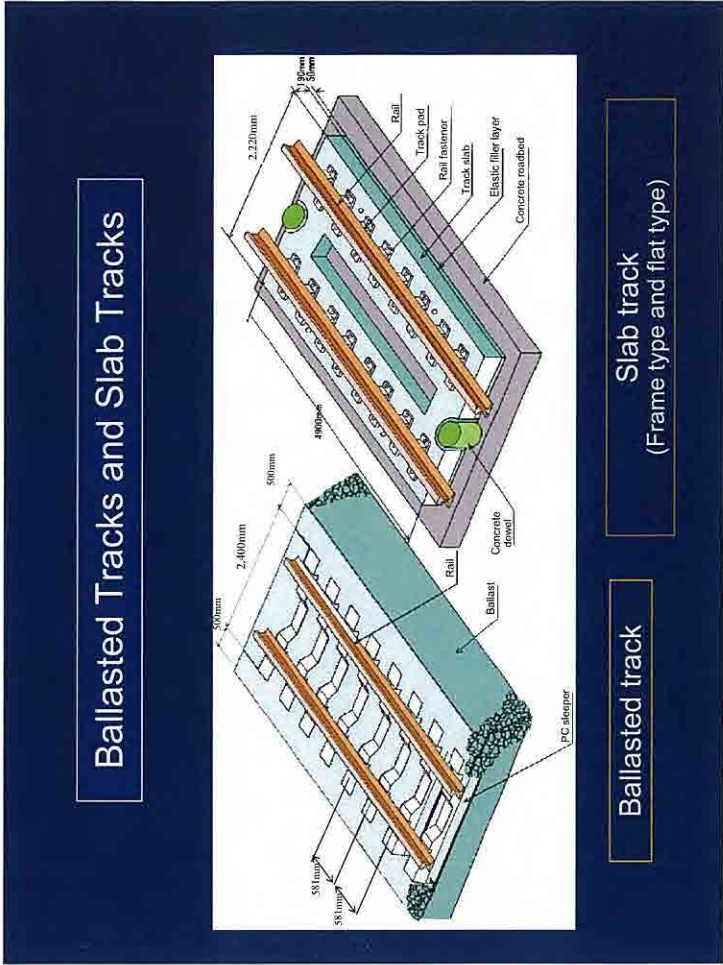


Safe and stable railway transportation and high-speed performance shall be secured.

(Source: JRTT Shinkansen Implementation Standards)

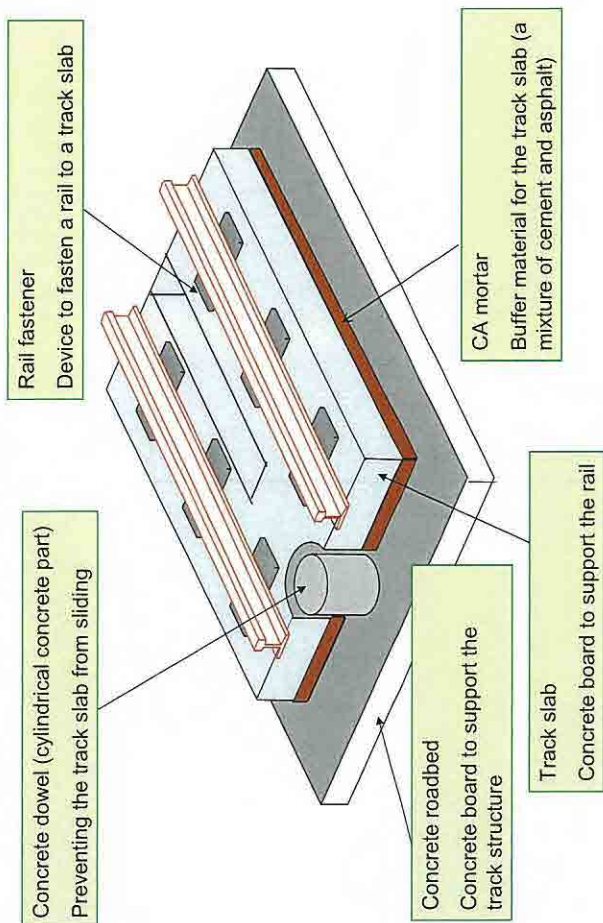
Minimum radius of curve	4000 m
Maximum cant	200 mm
Track-center distance	4.3 m
<b>Basic track structure</b>	<b>Slab track</b>
Type of rail	60-kg rail
Electric system	AC 25000V

Safe, comfortable to ride, and high-speed slab tracks using continuous welded rails in principle and rail surfaces of high-precision and high adjustability as a basic structure shall be achieved.

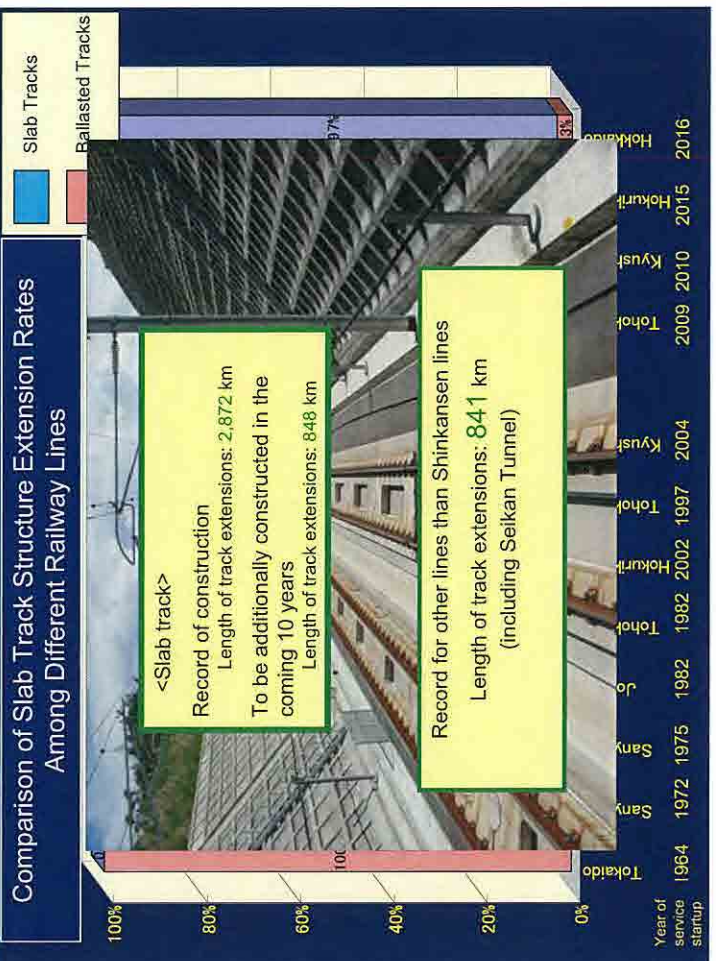




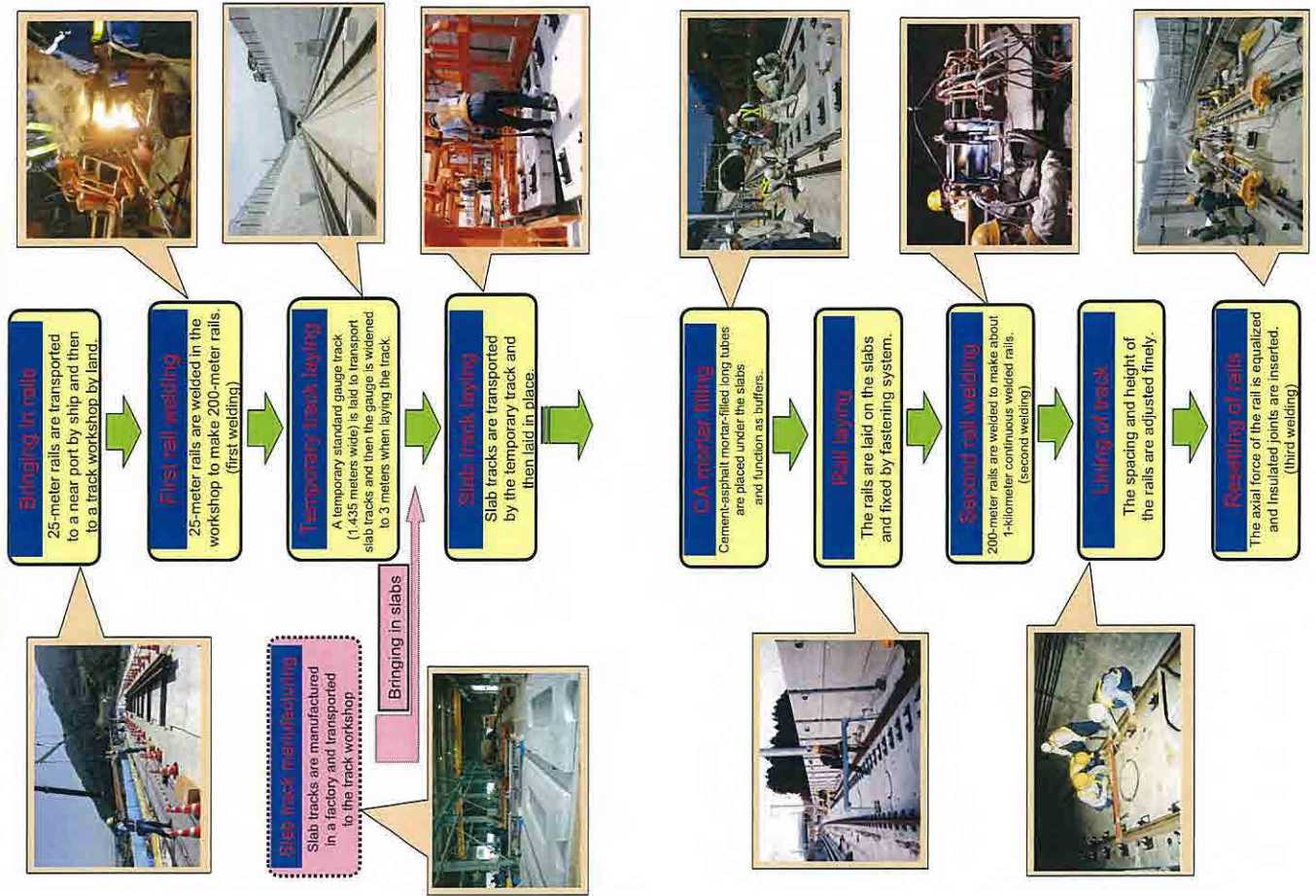
## Structure of Slab Tracks



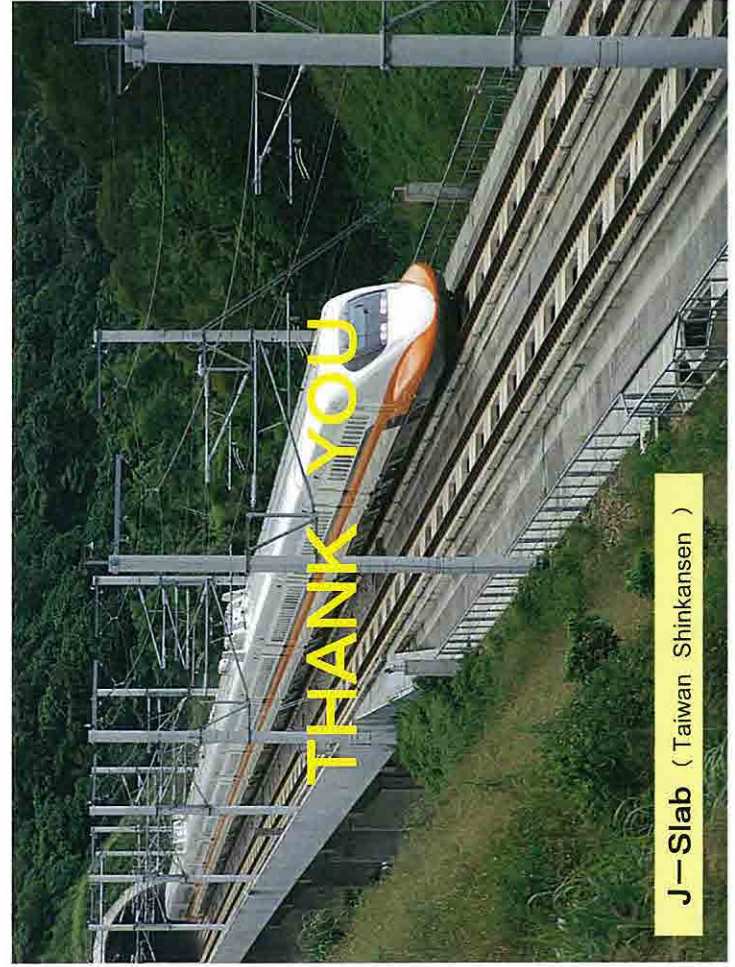
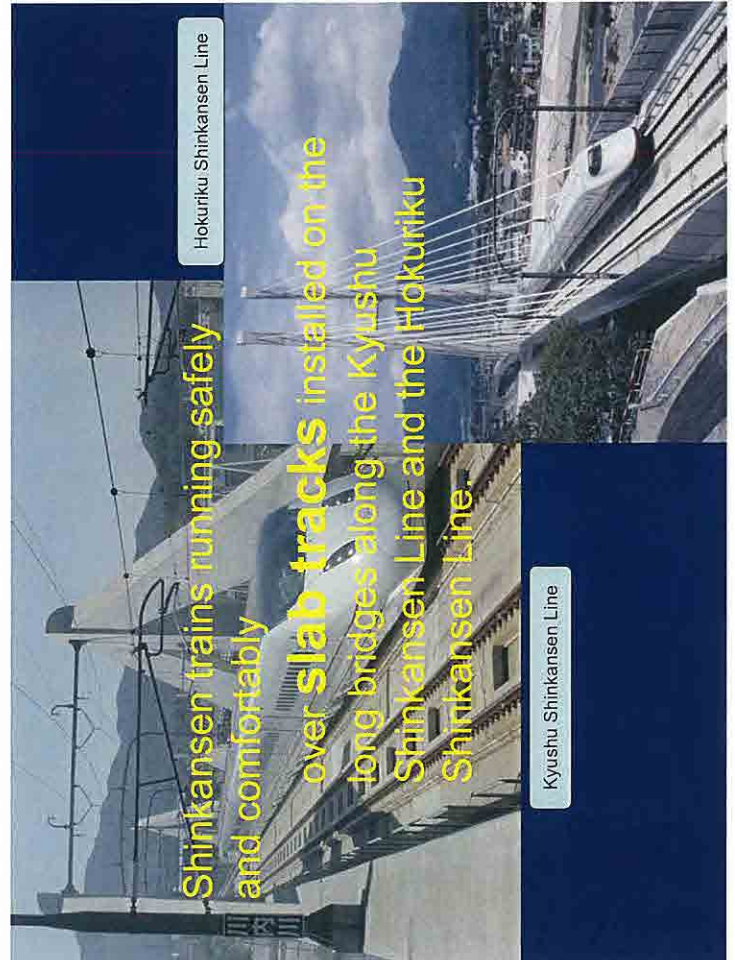
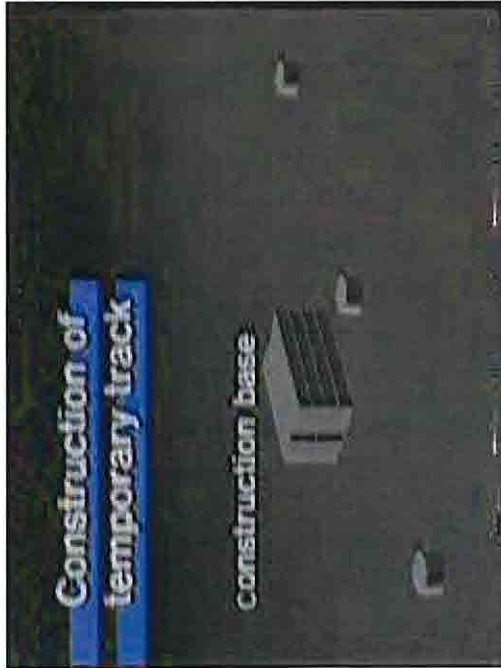
## Comparison of Slab Track Structure Extension Rates Among Different Railway Lines



## Construction process









# Electric system of Shinkansen (High Speed Railway in Japan)

JR TT

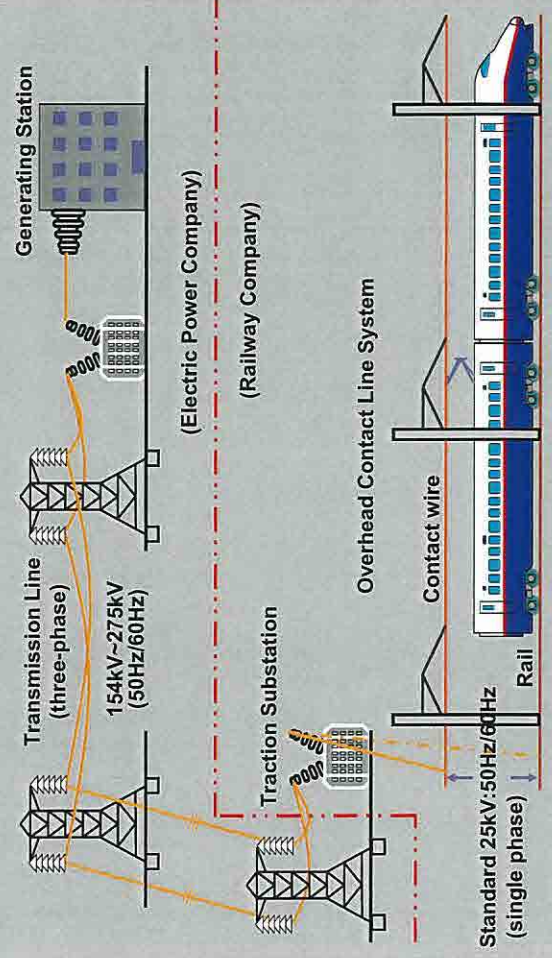
(Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency)

## Power Supply System

## Outline

- Power Supply System
- Power Supply System  
(Overhead Contact Line System)
- Wayside Electrical System
- Radio Communication System
- Disaster Warning System
- Signaling System
- Signaling & Traffic control System

Power Supply system





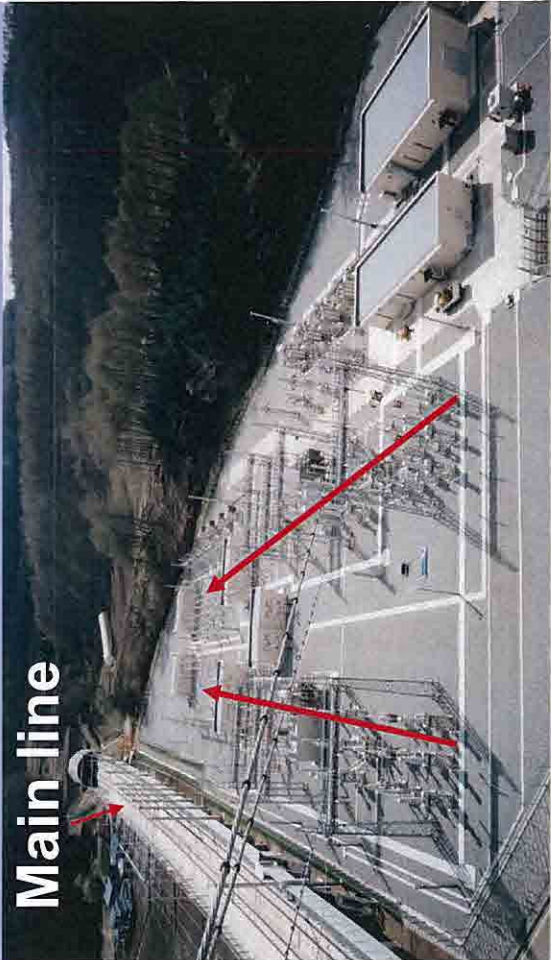


Receiving Volt.	Three-phase AC:154kV~(50Hz/60Hz)
Transmission Volt.	Single-phase AC:25kV(50Hz/60Hz)
Feeding	Auto-Transformer feeding
Substation distance	Average 50km
AT distance	Average 10km

## Main Transformer



## Substation



## Auto Transformer





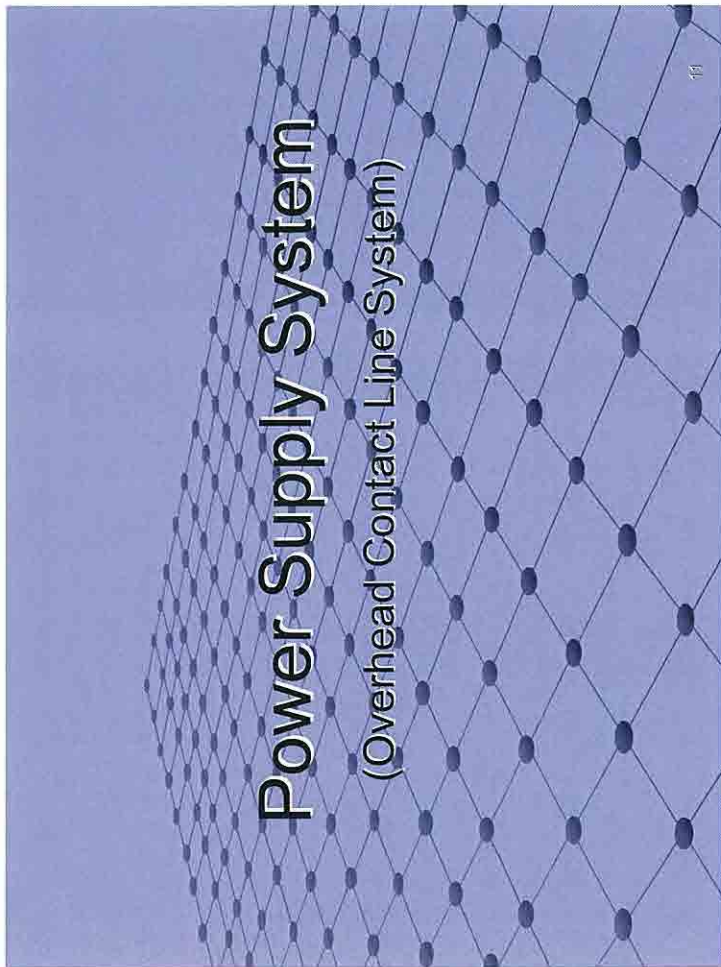
Power Supply system

## Power Control Center



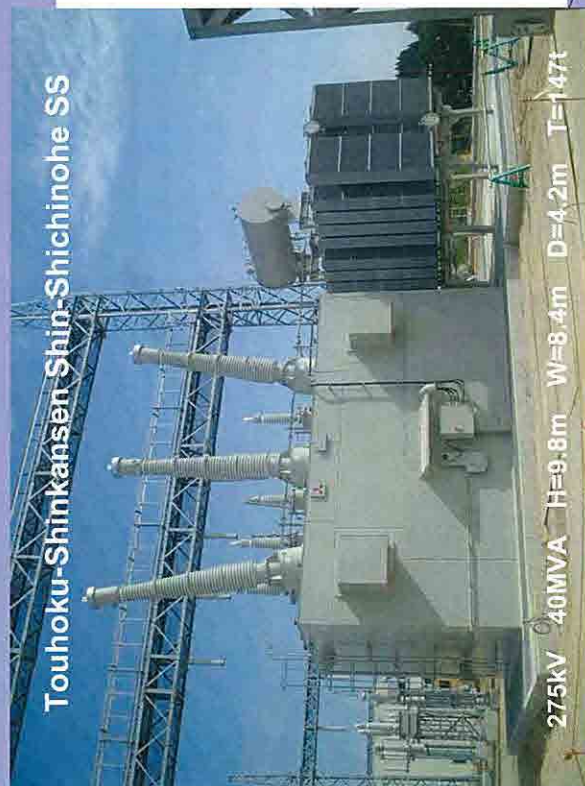
A3-19

## Power Supply System (Overhead Contact Line System)



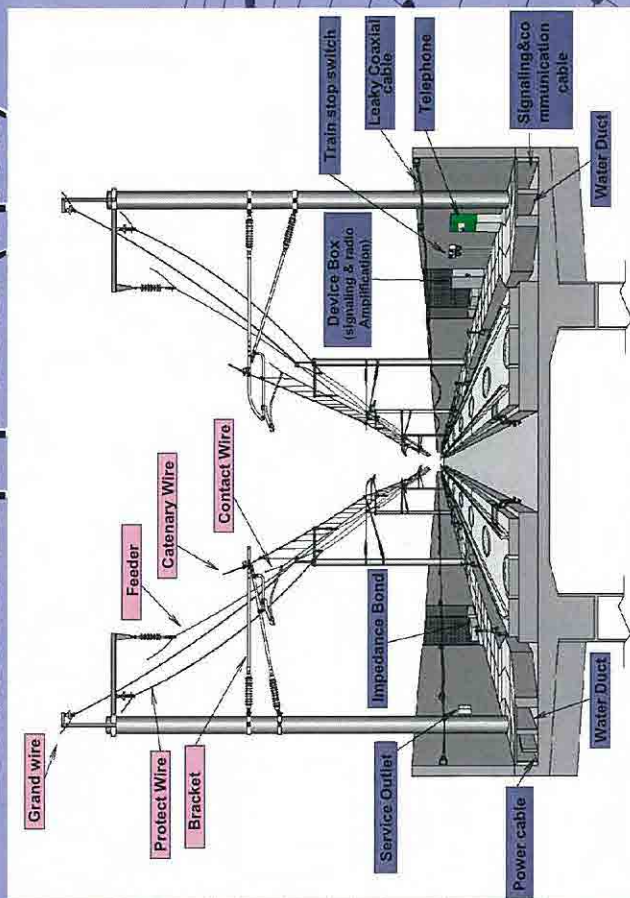
Power Supply system

## New Technology in Japan



Overhead Contact Line

## Electrical Equipment (open)





Overhead Contact Line

Overview (tunnel)



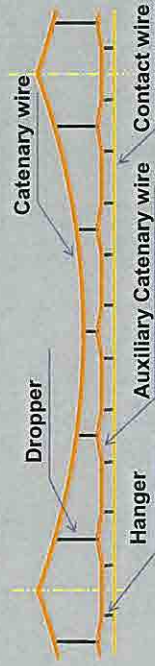
Overhead Contact Line

Overview (open)

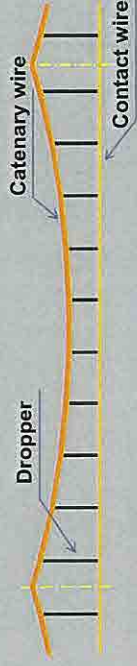


Overhead Contact Line

• Heavy Compound Catenary

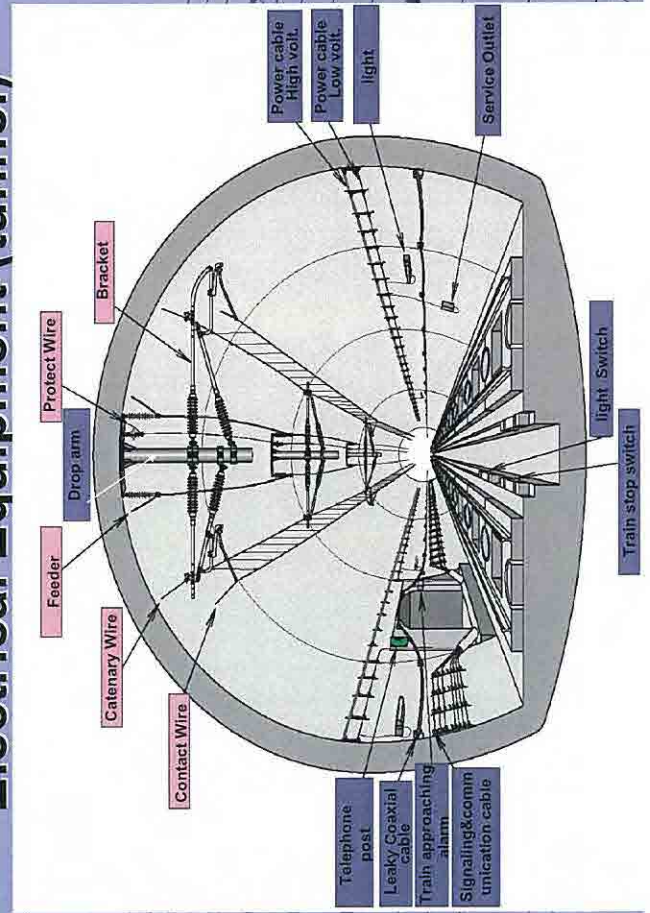


• High-tension Simple Catenary



Overhead Contact Line

## Electrical Equipment (tunnel)

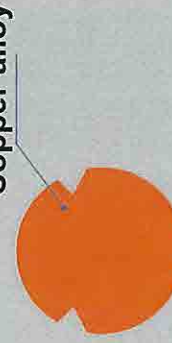




# Contact Wire for High Speed Railway

CS contact wire

PHC contact wire



Copper clad steel

Precipitation-Hardened copper alloy

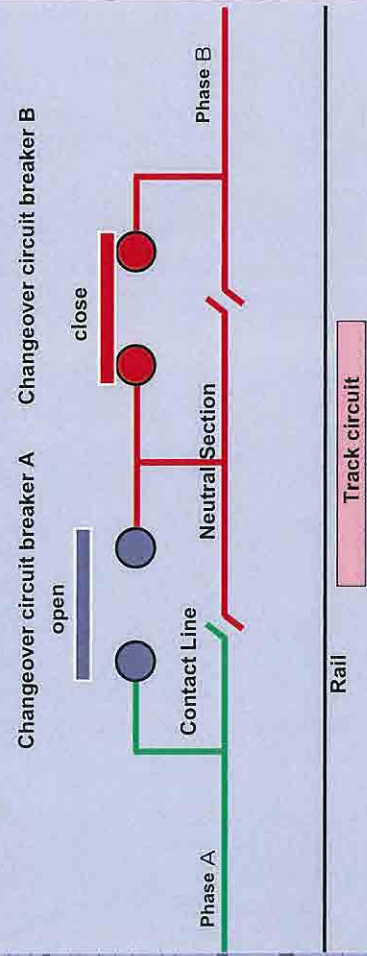
High speed

Pantograph bounce



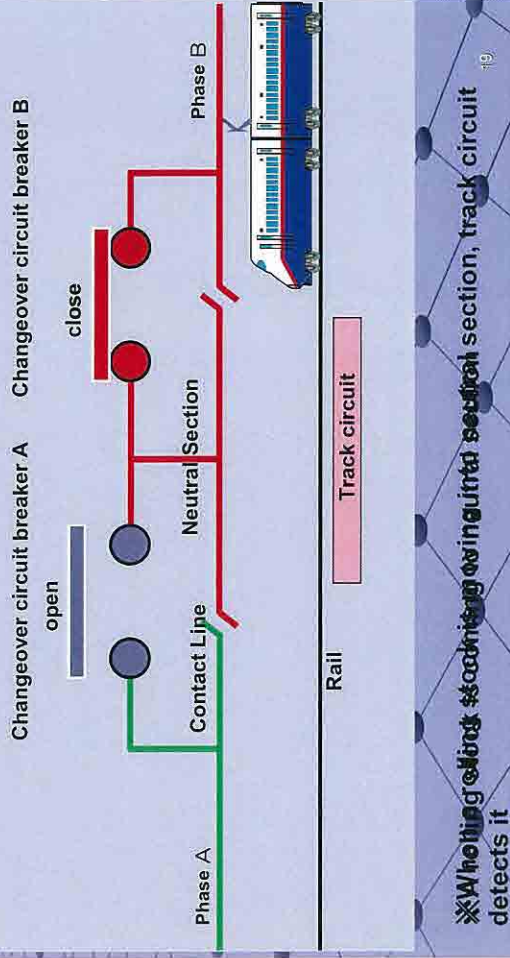
Improvement of "wave propagation speed"  
(= Decrease bounce)

# Changeover sectioning system-Shinkansen



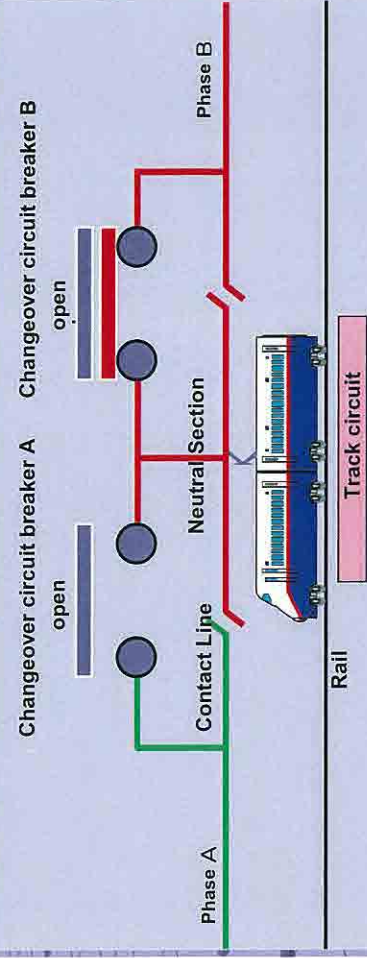
※Condition of no train

# Changeover sectioning system-Shinkansen



※When the train is approaching the neutral section, track circuit detects it

# Changeover sectioning system-Shinkansen

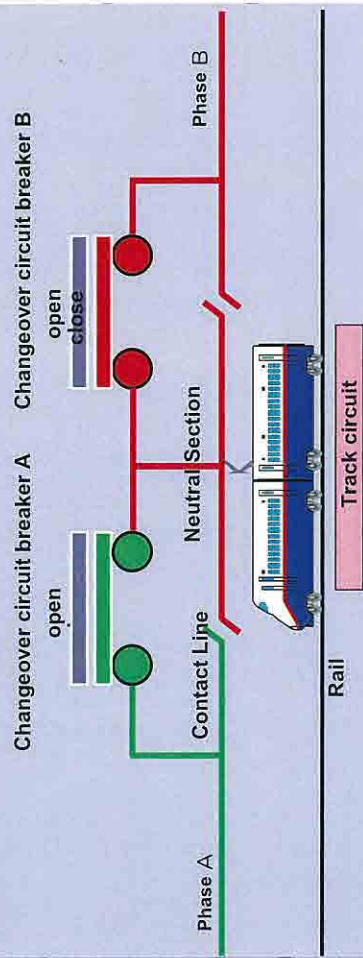


※Changeover circuit breaker (B) is open



## Technologies of Electrification in Japan

### ● Changeover-sectioning system-Shinkansen



※ After a rolling stock is passing through the neutral section, track  
 ※ Changeover circuit breaker (B) is close

A3-22

### Wayside electrical system

#### Power Distribution system

Lighting equipment

Wayside equipment

Emergency power supply

### Wayside electrical system

#### Power Distribution system

Lighting equipment

Wayside equipment

Emergency power supply

## Wayside Electrical System



Wayside electrical system

## Lighting equipment on station



Wayside electrical system

## Lighting equipment (Station home)



Wayside electrical system

## Lighting equipment (Station name)



Wayside electrical system

## Lighting equipment (Guide)





## Power Distribution system

Lighting equipment

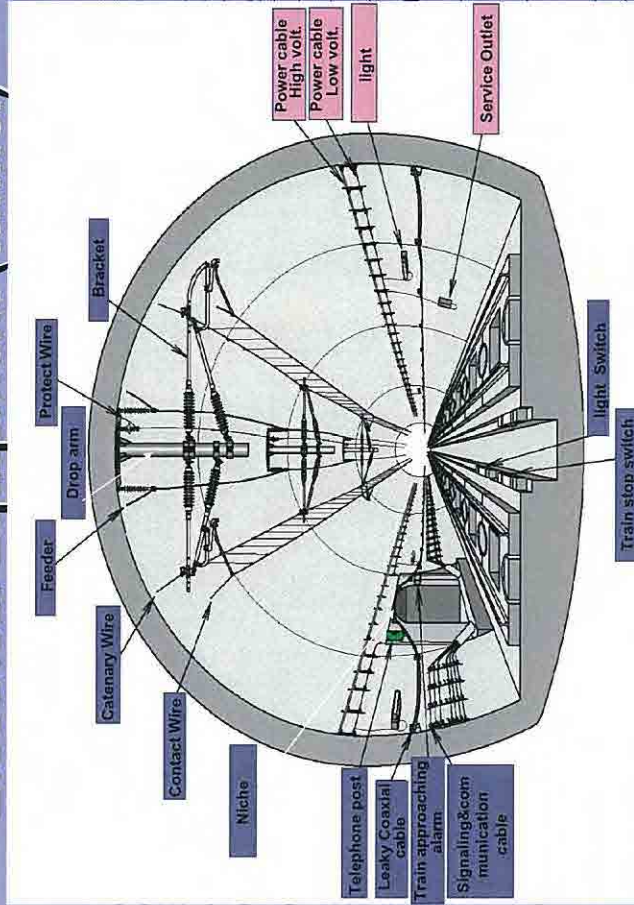
Wayside equipment

Emergency power supply

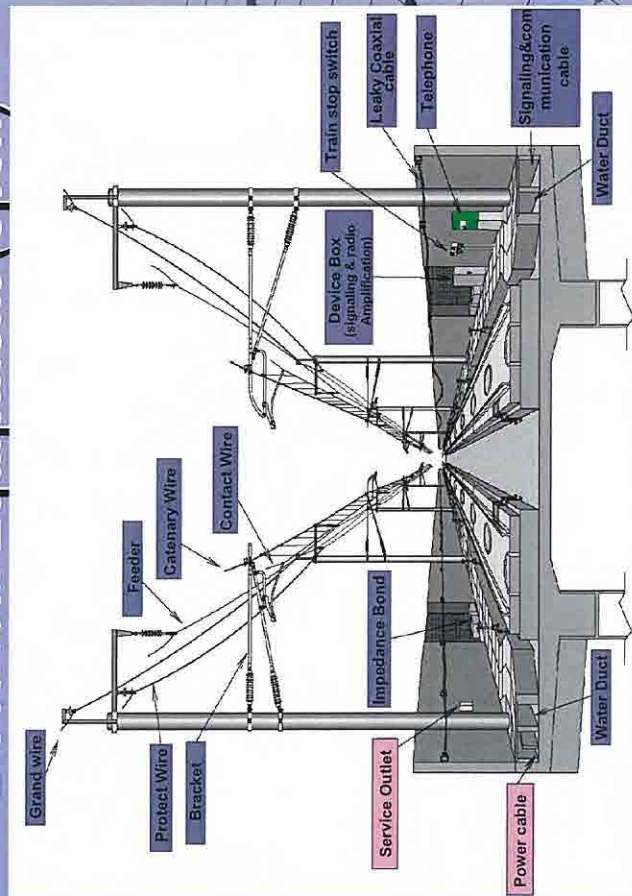


29

## Electrical Equipment (tunnel)



## Electrical Equipment (open)



## Wayside equipment (tunnel)



32



## Power Distribution system

Lighting equipment

Wayside equipment

Emergency power supply



33

## Outline

- Outline of Shinkansen in Japan
- Power Supply System
- Power Supply System (Overhead Contact Line System)
- Wayside Electrical System
- Radio Communication System
- Disaster Warning System
- Signaling System
- Signaling & Traffic control System

35

## Emergency power supply (Gas turbine)

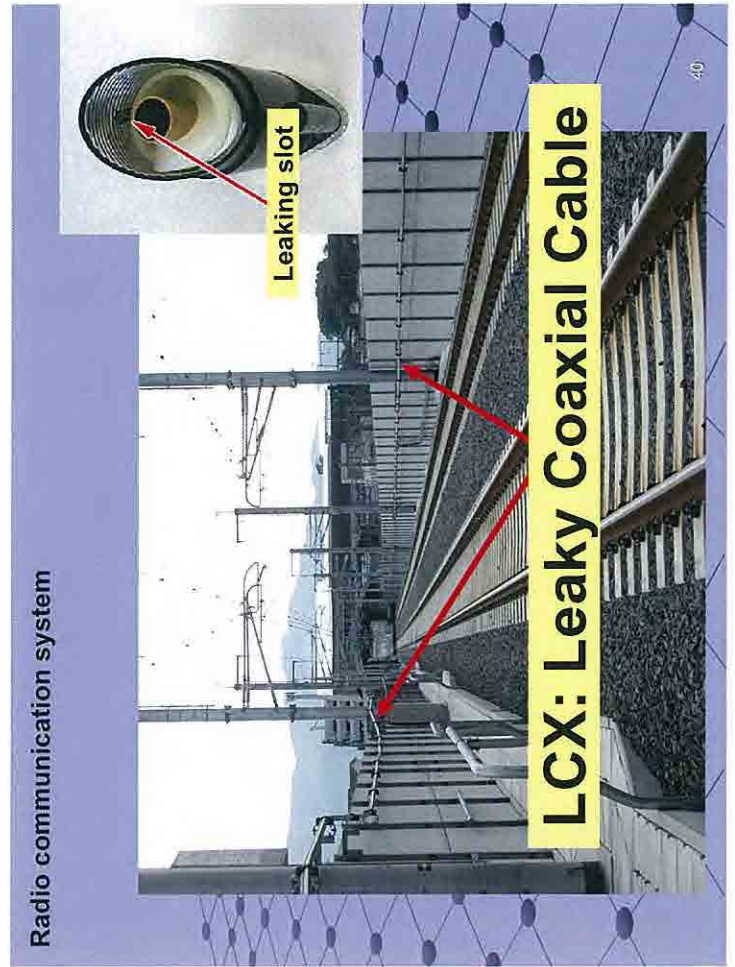
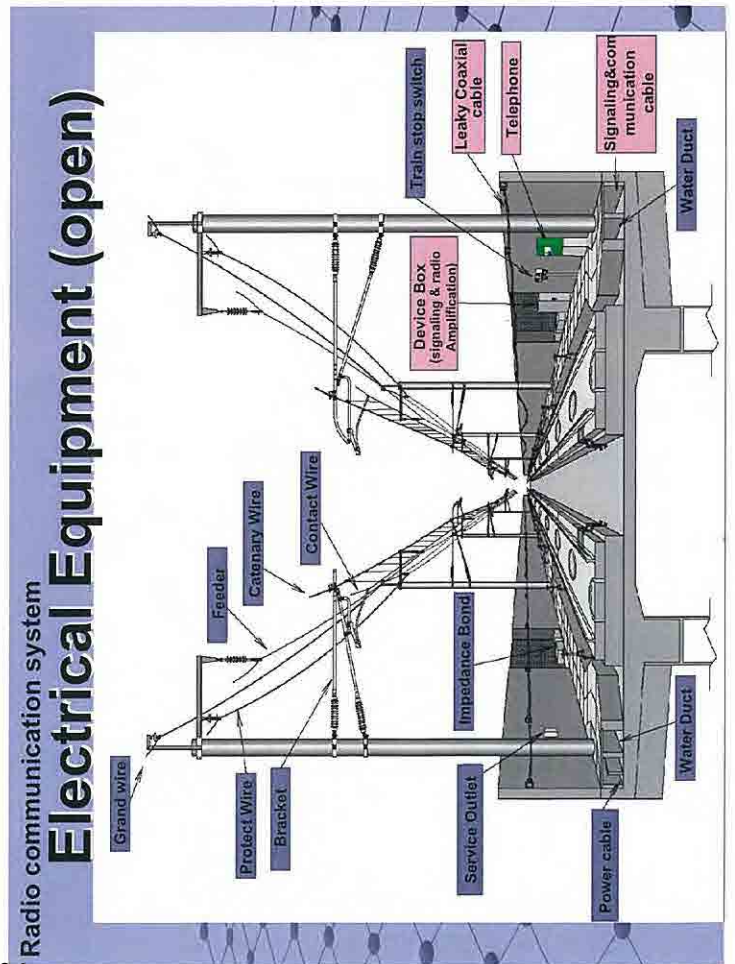
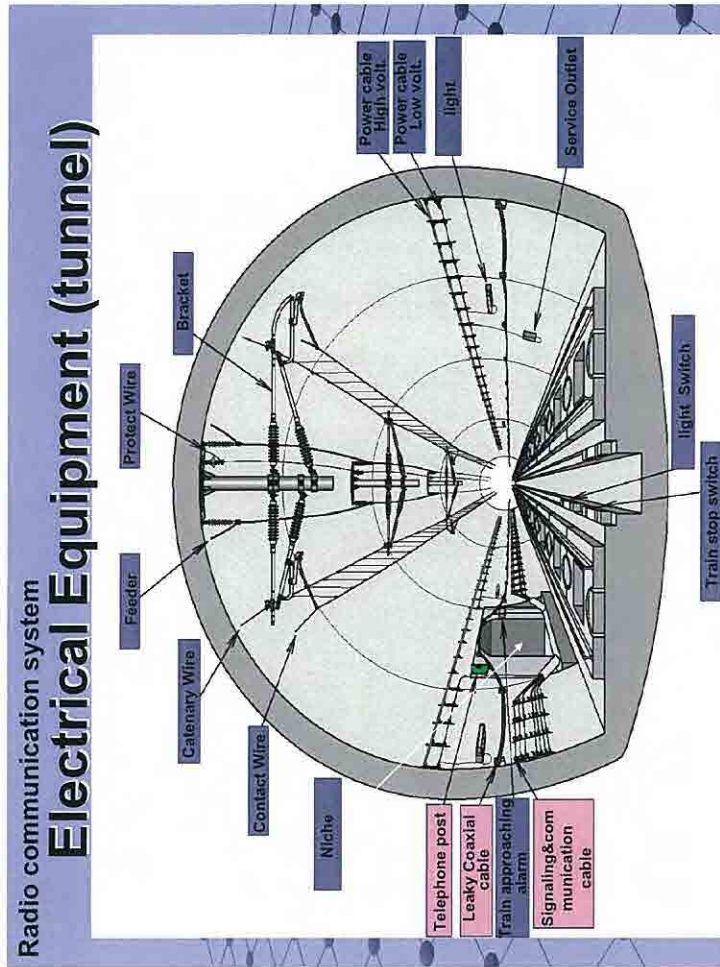
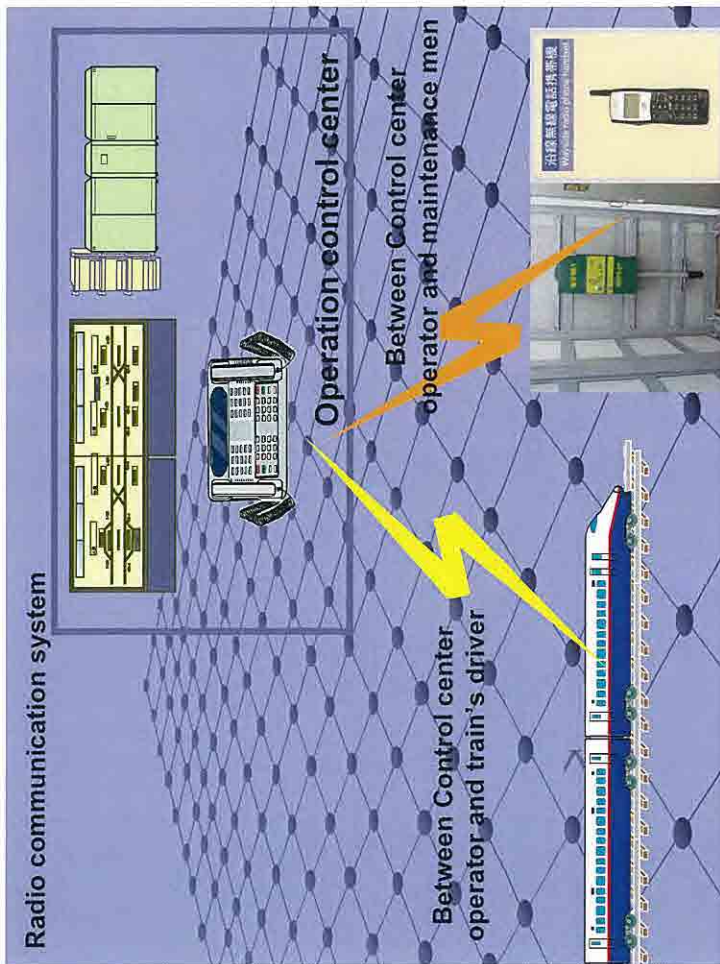


34

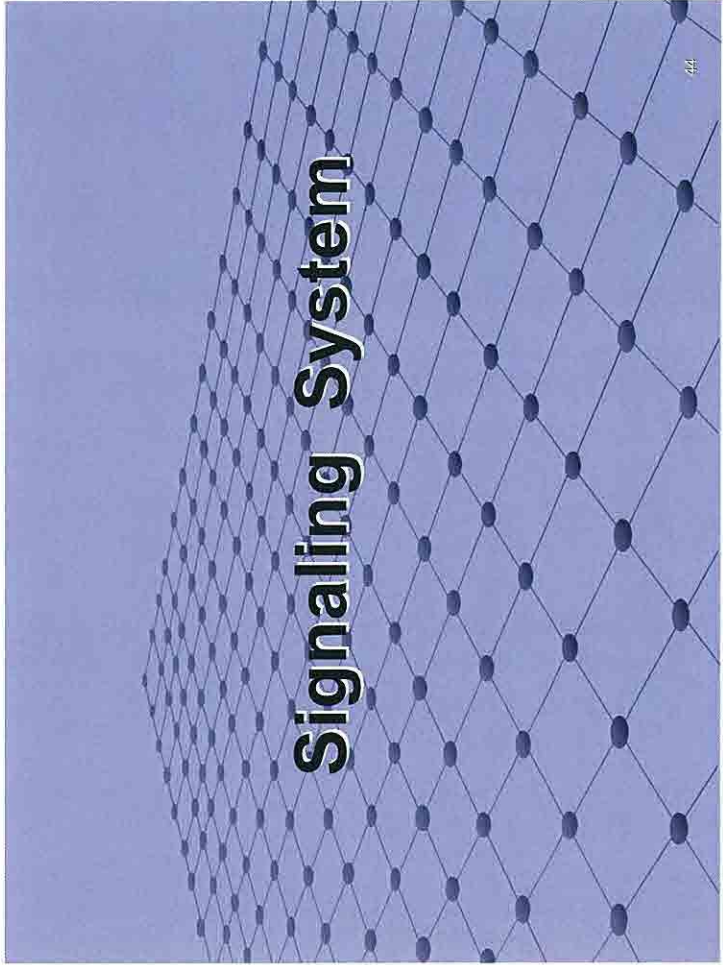
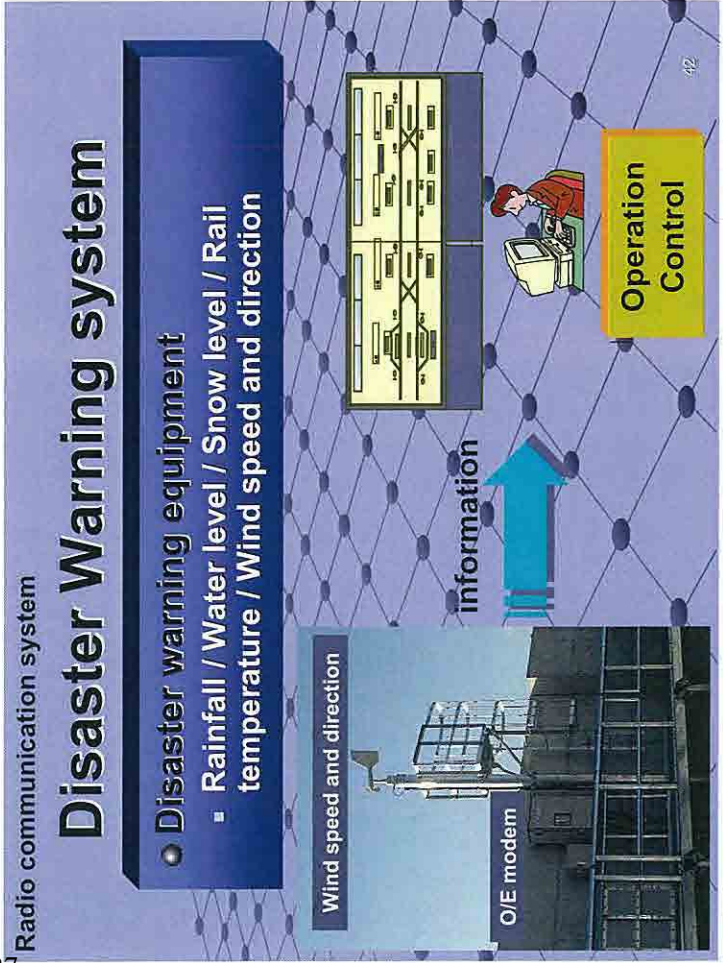
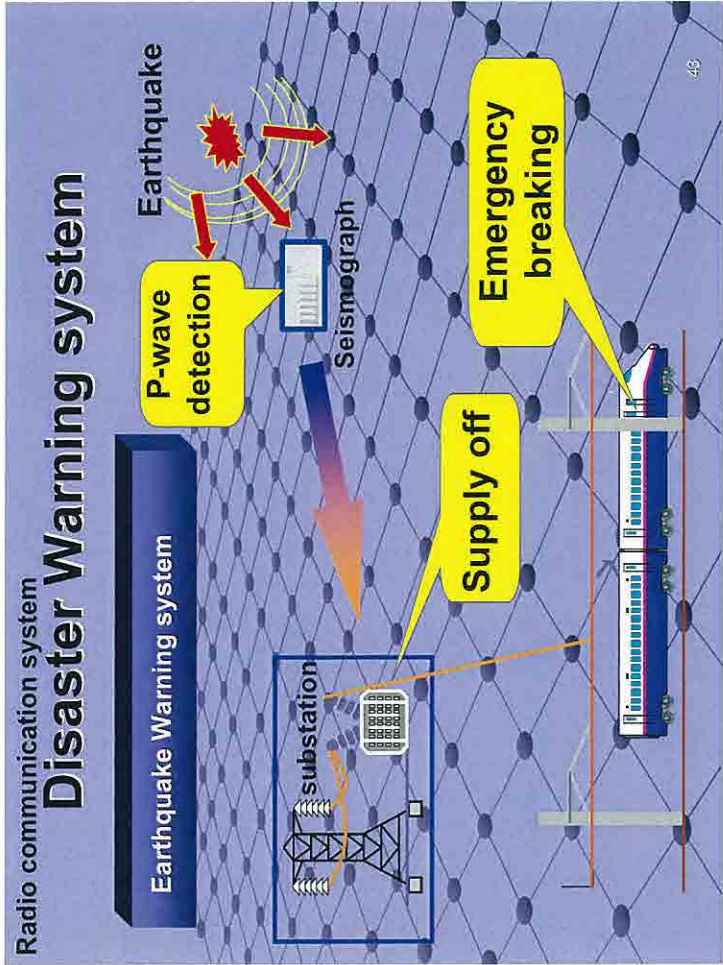
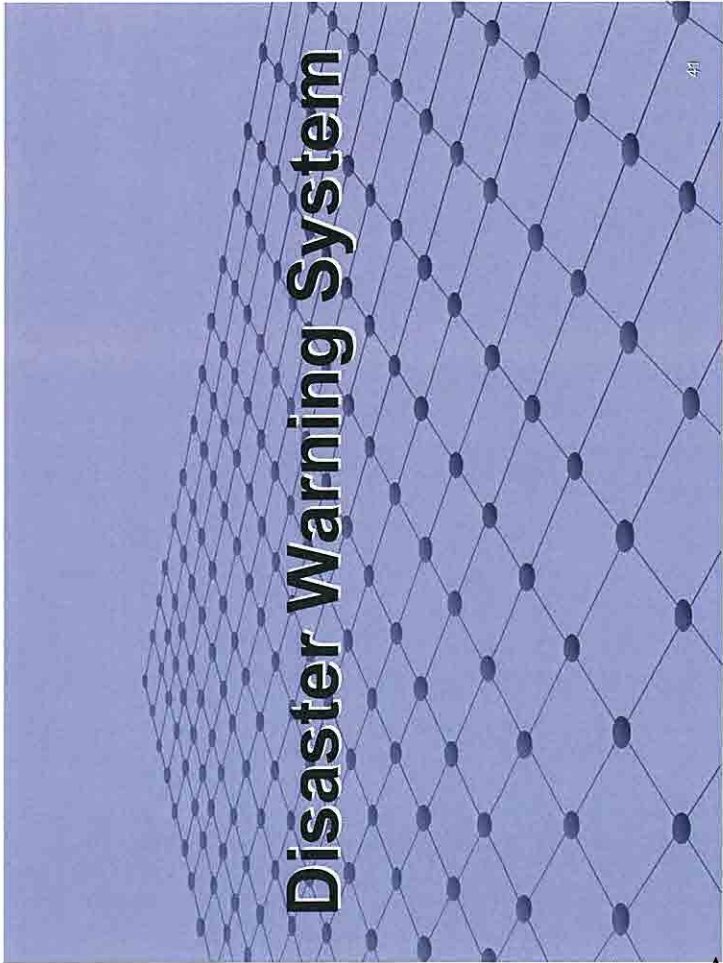
## Radio communication System

26











# Outline of Signaling System



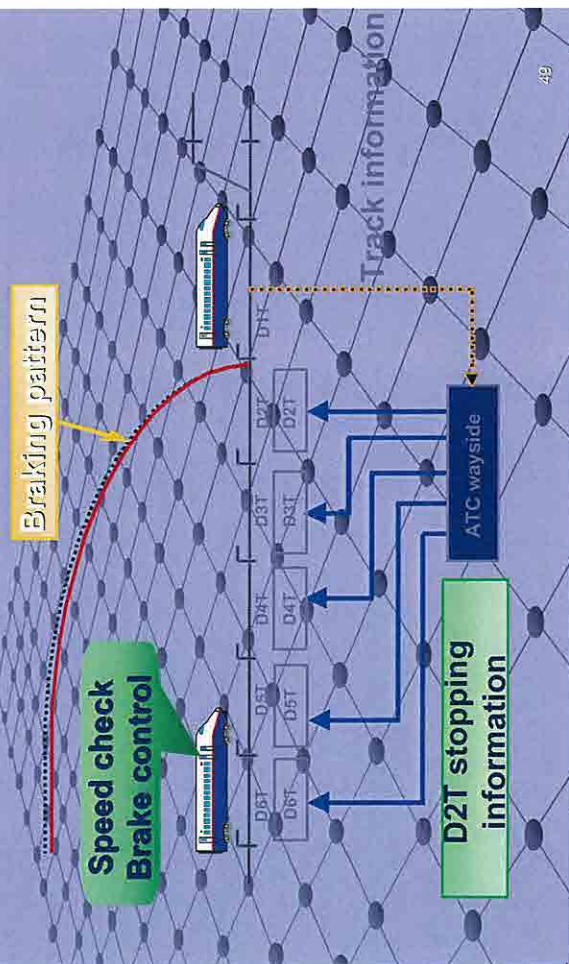
# Outline of Train detector



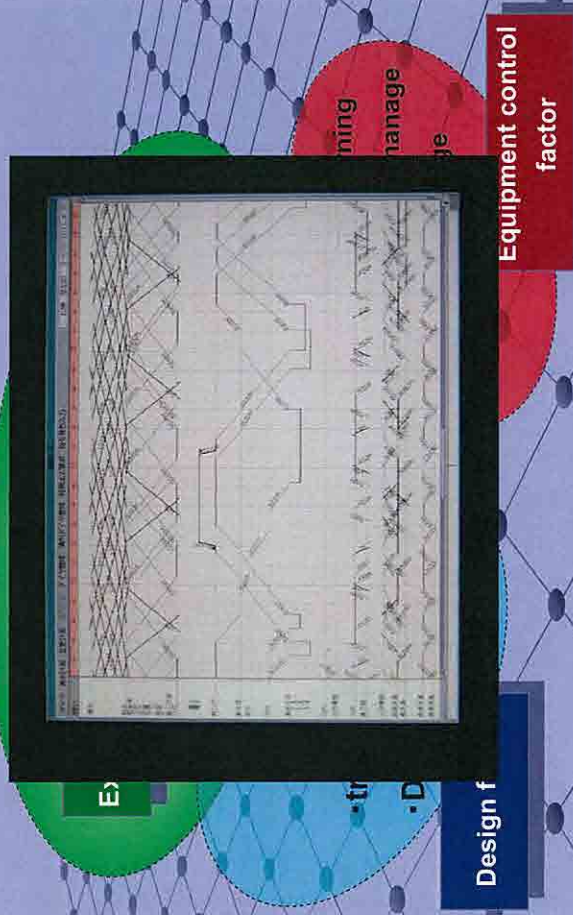
# Outline of ATC System



## Outline of braking pattern control



# Outline of Signaling & Traffic control system



# Signaling & Traffic control center



# Signaling & Traffic control system

