

ベトナム国
南北高速鉄道情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

公開用資料

令和元年 10 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社パデコ
八千代エンジニアリング株式会社
株式会社復建エンジニアリング
新日本有限責任監査法人

東大

JR(P)

19-047

**ベトナム国
南北高速鉄道情報収集・確認調査**

ファイナル・レポート

公開用資料

**令和元年 10 月
(2019 年)**

**独立行政法人
国際協力機構 (JICA)**

**株式会社パデコ
八千代エンジニアリング株式会社
株式会社復建エンジニアリング
新日本有限責任監査法人**

目 次

1. 主要課題	1-1
1.1 世界の高速鉄道.....	1-1
1.1.1 高速鉄道の出現.....	1-1
1.1.2 高速鉄道の建設と社会経済状況.....	1-3
1.1.3 高速鉄道建設の動機.....	1-5
1.1.4 ベトナムの高速鉄道.....	1-11
1.2 高速鉄道の規格と建設費の比較.....	1-11
1.2.1 鉄道システムの特徴.....	1-11
1.2.2 高速列車の性能.....	1-13
1.2.3 高速鉄道の規格.....	1-15
1.2.4 ベトナム高速鉄道の規格.....	1-20
1.2.5 高速鉄道の建設費.....	1-21
1.3 高速鉄道線と在来線の役割分担.....	1-24
1.3.1 前回調査の要旨.....	1-24
1.3.2 今回の調査.....	1-25
1.3.3 高速鉄道への誘導.....	1-27
1.3.4 レベル B1 のなかでの優先順位	1-28
1.4 高速鉄道線での客貨混合運転の検討.....	1-28
1.4.1 概要	1-28
1.4.2 技術的課題.....	1-29
1.4.3 VHRSR への適用	1-31
1.4.4 まとめ	1-37
1.5 高速鉄道の整備方式.....	1-37
1.5.1 在来線の改良.....	1-38
1.5.2 高速鉄道の段階整備.....	1-38
1.5.3 速度向上.....	1-38
1.5.4 まとめ	1-39
1.6 列車速度による建設費と運営費への影響.....	1-39
1.6.1 建設費	1-39
1.6.2 運営費	1-45
1.7 夜行列車	1-49
1.7.1 概要	1-49

1.7.2	日本の経験.....	1-49
1.7.3	山陽新幹線技術調査委員会.....	1-50
1.7.4	ベトナム高速鉄道への適用性.....	1-53
2.	整備の必要性	2-1
2.1	検討の進め方.....	2-1
2.1.1	建設工程.....	2-1
2.2	交通需要検討.....	2-3
2.2.1	最新データへのアップデート.....	2-3
2.2.2	予測検討手法.....	2-7
2.2.3	基本 OD 表の改訂.....	2-12
2.2.4	関連運輸インフラ計画.....	2-13
2.2.5	予測シナリオ（二段階整備ケース）	2-15
2.2.6	予測結果（二段階整備ケース）	2-16
2.2.7	予測結果の評価及び分析.....	2-22
2.2.8	結論と提言（二段階整備ケース）	2-33
2.2.9	代替案検討結果（五段階整備ケース）	2-33
3.	基本設計	3-1
3.1	建設基準	3-1
3.1.1	設計速度.....	3-1
3.1.2	設計荷重.....	3-1
3.1.3	軌道中心間隔.....	3-1
3.1.4	最大カント量.....	3-2
3.1.5	最小曲線半径.....	3-2
3.1.6	最急勾配.....	3-2
3.1.7	施工基面幅.....	3-3
3.1.8	軌道構造.....	3-3
3.1.9	トンネル断面.....	3-4
3.2	ルート	3-4
3.2.1	駅間ルート.....	3-4
3.2.2	部分的なルート検討.....	3-5
3.2.3	配線略図.....	3-6
3.2.4	駅配線	3-6
3.3	駅配置計画	3-9

3.3.1	現況	3-9
3.3.2	駅配置計画への提案.....	3-21
3.4	沿線開発	3-24
3.4.1	地域開発の観点からみた高速鉄道の必要性.....	3-24
3.4.2	沿線都市の産業開発の可能性.....	3-29
3.4.3	TOD のコンセプトプラン.....	3-38
4.	鉄道施設	4-1
4.1	構造物（線路、駅）	4-1
4.1.1	線路	4-1
4.1.2	駅舎及び駅施設.....	4-17
4.2	給電システム.....	4-35
4.2.1	電力系統.....	4-35
4.2.2	電力供給システム.....	4-50
4.3	信号通信設備.....	4-72
4.3.1	鉄道信号の目的と機能.....	4-72
4.3.2	ベトナム高速鉄道での信号方式の検討.....	4-73
4.4	車両と車両基地.....	4-86
4.4.1	車両	4-86
4.4.2	車両基地.....	4-91
4.5	概算建設費	4-97
	本節は非公開	
5.	鉄道運営	5-1
5.1	列車運行計画.....	5-1
5.1.1	輸送計画の策定方針.....	5-1
5.1.2	輸送計画の概要（二段階整備ケース）	5-1
5.1.3	運転計画.....	5-3
5.1.4	列車の設定区間と本数.....	5-6
5.1.5	列車ダイヤと所要編成数.....	5-7
5.1.6	輸送計画の概要（五段階整備ケース）	5-10
5.1.7	運転計画.....	5-11
5.1.8	列車の設定区間と本数.....	5-11
5.1.9	所要編成数.....	5-13
5.2	保守（地上設備、車両）	5-14

5.2.1	新幹線保守の概要.....	5-14
5.2.2	新幹線の線路保守.....	5-19
5.2.3	車両	5-23
5.3	運営と維持管理組織.....	5-30
5.3.1	前提条件の整理.....	5-30
5.3.2	組織全体の要員.....	5-32
5.3.3	管理部門（本社、支社、総合運転指令所）の組織と要員.....	5-32
5.3.4	現業機関の組織と要員.....	5-34
5.3.5	五段階整備ケースにおける管理と運営組織.....	5-43
5.4	概算運営費	5-45
	本節は非公開	
6.	社会的基盤.....	6-1
6.1	法制度	6-1
6.1.1	ベトナムの鉄道建設に係る法体制.....	6-1
6.1.2	日本の新幹線建設に係る法体制.....	6-7
6.1.3	高速鉄道の導入に必要な取り組みと手続きに関する提言	6-11
6.2	鉄道産業・鉄道裾野産業の育成.....	6-13
6.2.1	背景	6-13
6.2.2	鉄道技術のメリット.....	6-13
6.2.3	東南アジアにおける発展と機会.....	6-14
6.2.4	能力強化.....	6-15
6.2.5	まとめ	6-17
7.	予備的経済評価	7-1
	本章は非公開	
8.	事業スキームと資金調達	8-1
8.1	プロジェクトスキームの検討.....	8-1
8.1.1	ベトナム政府の財政状況.....	8-1
8.1.2	ベトナムにおける PPP 制度	8-2
8.1.3	本事業における PPP モダリティの検討	8-3
8.2	事業の資金調達オプション.....	8-3
8.3	諸外国における高速鉄道の事例.....	8-4
8.3.1	台湾	8-4
8.3.2	英国	8-8

9. 予備的財務分析	9-1
本章は非公開	
10. 運用指標・効果指標	10-1
10.1 運用指標	10-1
10.2 効果指標	10-1
11. 事業効果の定性的分析	11-1
11.1 事業効果の種類と便益の定量化.....	11-1
11.2 拡大費用便益分析.....	11-3
11.3 定性的分析	11-4
12. 結論・提言	12-1
12.1 調査の枠組	12-1
12.2 本調査の結論.....	12-1
12.3 事業化への配慮.....	12-3
12.3.1 国家目標の明確化.....	12-3
12.3.2 現地企業・人々の啓発.....	12-4
12.4 謝辞	12-4

添付資料

添付資料 1-1 準高速鉄道の検討：積算・経済財務分析に係る箇所は非公開

添付資料 4-1 Project Cost（二段階整備ケース）：本添付は非公開

添付資料 4-2 Project Cost（五段階整備ケース）：本添付は非公開

添付資料 5-1 新幹線電気軌道試験車及び保守用機器配置表（二段階整備ケース）：本添付は非公開

添付資料 5-2 新幹線電気軌道試験車及び保守用機器配置表（五段階整備ケース）：本添付は非公開

図

積算・経済財務分析に係る図は非公開

図 1.1：高速鉄道の開業時期と GDP.....	1-4
図 1.2：高速鉄道の開業時期と人口及び一人あたり GDP.....	1-5
図 1.3：日本の高速鉄道網.....	1-6
図 1.4：フランスの高速鉄道網.....	1-7
図 1.5：ドイツの高速鉄道網.....	1-8
図 1.6：スペインの高速鉄道網.....	1-9
図 1.7：中国の高速鉄道網.....	1-10
図 1.8：ターゲット容量.....	1-27
図 1.9：設定可能な列車本数.....	1-29
図 1.10：列車風	1-30
図 1.11：貨物列車の運行イメージ.....	1-32
図 1.12：貨物設備の配置図.....	1-33
図 1.13：貨物基地と車両基地の配線.....	1-33
図 1.14：青函トンネル用 EH800	1-35
図 1.15：コキ 200	1-35
図 1.16：週間列車ダイヤ.....	1-35
図 1.17：朝の列車ダイヤ.....	1-40
図 1.18：E5 の速度と電力消費量	1-46
図 1.19：昼・夜行選好曲線.....	1-50
図 1.20：渡り線間距離と列車本数.....	1-51
図 1.21：想定ダイヤ.....	1-52
図 1.22：想定ダイヤ（全列車停車）	1-53
図 1.23：想定ダイヤ（徐行）	1-54
図 2.1：二段階整備ケースの工程.....	2-1
図 2.2：五段階整備ケースの工程.....	2-2
図 2.3：人口及び域内総生産の前回調査推定値と実績値との比較	2-4
図 2.4：輸送機関毎の年間旅客数の増加率.....	2-6
図 2.5：輸送機関毎の年間貨物量の増加率.....	2-6
図 2.6：今回調査における交通需要検討の予測フロー	2-7
図 2.7：四段階推定法の流れ.....	2-7
図 2.8：地域区分とパラメータ推定結果.....	2-9
図 2.9：高速鉄道の運賃に係る感度分析.....	2-10
図 2.10：移動距離別の交通機関分担の予測結果.....	2-11
図 2.11：全交通機関の旅客輸送量推移の予測結果.....	2-12
図 2.12：全輸送機関の貨物輸送量推移の予測結果.....	2-12
図 2.13：南北高速道路.....	2-15
図 2.14：高速鉄道の駅間利用者数（2030 年、2035 年）	2-19

図 2.15 : 高速鉄道の駅間利用者数 (2040 年、2045 年、2050 年)	2-20
図 2.16 : 高速鉄道の各駅別利用者数 (2030 年、2035 年)	2-21
図 2.17 : 高速鉄道の各駅別利用者数 (2040 年、2045 年、2050 年)	2-22
図 2.18 : 各区间における交通機関分担及び利用者数の推移 (シナリオ 1)	2-23
図 2.19 : 各区间における交通機関分担及び利用者数の推移 (シナリオ 2)	2-23
図 2.20 : 各区间における交通機関分担及び利用者数の推移 (シナリオ 3)	2-24
図 2.21 : シナリオ 3 における交通機関分担.....	2-25
図 3.1 : P-16 荷重.....	3-1
図 3.2 : 高架橋の施工基面幅 (両側通路)	3-3
図 3.3 : 高架橋の施工基面幅 (片側通路)	3-3
図 3.4 : トンネル断面.....	3-4
図 3.5 : フェ近辺のルート案.....	3-5
図 3.6 : Hai Van Pass 近辺のルート案.....	3-6
図 3.7 : 配線図	3-7
図 3.8 : 駅部の配線図.....	3-8
図 3.9 : 距離帯別代表交通機関別分担率 (平日)	3-25
図 3.10 : 高速鉄道の沿線都市人口の比較 (インド、日本、ベトナム)	3-26
図 3.11 : 高速鉄道と幹線道路ならびに鉄道との交通ネットワーク	3-27
図 3.12 : ビン駅周辺の土地利用計画図.....	3-39
図 3.13 : ビン駅周辺の TOD コンセプトプラン.....	3-40
図 3.14 : フェ駅周辺の土地利用計画図.....	3-42
図 3.15 : フェ駅周辺の TOD コンセプトプラン.....	3-43
図 3.16 : ダナン駅周辺の土地利用計画図.....	3-44
図 3.17 : UMRT プロジェクト (Urban Mass Rapid Transit 都市大量輸送) の位置図.....	3-45
図 3.18 : ダナン駅周辺の TOD コンセプトプラン.....	3-46
図 3.19 : Dieu Tri 駅周辺の土地利用計画図	3-48
図 3.20 : Dieu Tri 駅周辺の土地利用計画図	3-50
図 3.21 : ニャチャン駅周辺の土地利用計画図.....	3-51
図 3.22 : ニャチャン駅周辺の土地利用計画図.....	3-53
図 4.1 : 盛土標準図 タイプ 1.....	4-4
図 4.2 : 盛土標準図 タイプ 2.....	4-4
図 4.3 : 盛土標準図 タイプ 3.....	4-4
図 4.4 : 切土標準図 タイプ 1.....	4-5
図 4.5 : 切土標準図 タイプ 2.....	4-5
図 4.6 : 切土標準図 タイプ 3.....	4-5
図 4.7 : 切土標準図 タイプ 4.....	4-5
図 4.8 : 切土標準図 タイプ 5.....	4-6
図 4.9 : 切土標準図 タイプ 6.....	4-6
図 4.10 : 高架橋および橋梁標準図 タイプ 1.....	4-7
図 4.11 : 高架橋および橋梁標準図 タイプ 2.....	4-7

図 4.12 : 高架橋および橋梁標準図 タイプ 3.....	4-7
図 4.13 : 長大橋梁標準図 タイプ 1.....	4-9
図 4.14 : 長大橋梁標準図 タイプ 2.....	4-9
図 4.15 : ボックスカルバート標準図.....	4-10
図 4.16 : トンネル標準図.....	4-10
図 4.17 : 駅標準図 タイプ 1.....	4-16
図 4.18 : 駅標準図 タイプ 2.....	4-16
図 4.19 : 駅標準図 タイプ 3.....	4-16
図 4.20 : 駅標準図 タイプ 4.....	4-17
図 4.21 : 駅舎様式 1 : 橋上島式プラットホーム 2 面 4 線.....	4-19
図 4.22 : 駅舎様式 2 : 橋上相対式プラットホーム 2 面 4 線.....	4-19
図 4.23 : 駅舎様式 3 : 地平島式プラットホーム 2 面 4 線.....	4-19
図 4.24 : 駅舎様式 4 : 地平相対式プラットホーム 2 面 4 線.....	4-19
図 4.25 : 駅舎様式 1 の図面.....	4-21
図 4.26 : 駅舎様式 2 の図面.....	4-22
図 4.27 : 駅舎様式 3 の図面.....	4-23
図 4.28 : 駅舎様式 4 の図面.....	4-24
図 4.29 : 発電機種別毎の発電機容量構成比 (2016 年 12 月時点)	4-36
図 4.30 : 発電種別毎の発電量 (2016 年 12 月時点)	4-36
図 4.31 : 顧客種別毎の電力供給量 (2016)	4-37
図 4.32 : ベトナムの電力システム.....	4-48
図 4.33 : 系統電圧変動シミュレーション結果.....	4-49
図 4.34 : ループブリッジ変圧器の結線図.....	4-53
図 4.35 : 切替セクションの構成図の例.....	4-55
図 4.36 : 交流き電回路の構成例.....	4-56
図 4.37 : アナログ ATC 地上装置の構成.....	4-75
図 4.38 : アナログ ATC 車上装置の構成.....	4-76
図 4.39 : デジタル ATC 地上装置の構成.....	4-76
図 4.40 : デジタル ATC 車上装置の構成.....	4-76
図 4.41 : アナログ ATC とデジタル ATC の比較.....	4-77
図 4.42 : VHSR-ATC 地上装置の基本構成.....	4-80
図 4.43 : VHSR-ATC 車上装置の基本構成.....	4-80
図 4.44 : 時分割スロット割当ての事例.....	4-83
図 4.45 : VHSR-ATC データ伝送主要諸元.....	4-83
図 4.46 : 東北新幹線 E5 系.....	4-86
図 4.47 : E5 系 普通車.....	4-88
図 4.48 : E5 系 特別車 (グリーン車)	4-88
図 4.49 : アルミ押出材ダブルスキン構造.....	4-88
図 4.50 : E5 系のパンタグラフと整風板.....	4-89
図 4.51 : CRH2E のコンパートメント.....	4-91

図 4.52 : CRH2E の通路	4-91
図 4.53 : ノックホイ車両基地レイアウト	4-92
図 4.54 : ビン車両基地レイアウト	4-92
図 4.55 : ダナン車両基地レイアウト	4-93
図 4.56 : ニャチャン車両基地レイアウト	4-93
図 4.57 : トゥティエム車両基地レイアウト	4-93
図 4.58 : ノックホイ車両基地候補地	4-94
図 4.59 : ビン車両基地候補地	4-94
図 4.60 : ダナン車両基地候補地	4-95
図 4.61 : ニャチャン車両基地候補地	4-95
図 4.62 : トゥティエム車両基地候補地	4-96
図 4.63 : 保守基地レイアウト	4-97
図 5.1 : ランカーブの例（ノックホイ駅 – ビン駅）	5-2
図 5.2 : 2030 年ダイヤ	5-8
図 5.3 : 2040 年ダイヤ	5-8
図 5.4 : 2050 年ダイヤ	5-9
図 5.5 : 電気軌道検測車	5-15
図 5.6 : 高速確認車	5-16
図 5.7 : 作業機械	5-17
図 5.8 : 新幹線車両の検査	5-23
図 5.9 : 仕業検査の標準作業フロー	5-24
図 5.10 : 交番検査の標準作業フロー	5-25
図 5.11 : 台車振替の標準作業フロー	5-26
図 5.12 : 全般検査の標準作業フロー	5-26
図 5.13 : 車両組織図	5-27
図 5.14 : 車両基地配置図	5-28
図 5.15 : 工場のレイアウト（1/2）	5-29
図 6.1 : ベトナムの法体系	6-1
図 6.2 : ベトナムにおける鉄道建設手続き（主要な流れ）	6-4
図 6.3 : 土地利用計画と土地取得	6-5
図 6.4 : 新幹線建設手続きのフロー	6-8
図 6.5 : 土地区画整理事業による鉄道用地取得の例	6-10
図 6.6 : 高速鉄道に必要な法体系と技術基準	6-12
図 8.1 : 事業収支および旅客数の変遷（2007-2015）	8-6
図 8.2 : HS1 のビジネススキーム	8-10

表

積算・経済財務分析に係る表は非公開

表 1.1 : 世界の高速鉄道（開業国）	1-2
表 1.2 : 高速鉄道を準備している国	1-3
表 1.3 : 日本の新幹線の性能	1-13
表 1.4 : フランスの TGV の性能	1-14
表 1.5 : ドイツの ICE の性能	1-15
表 1.6 : 新幹線の規格	1-16
表 1.7 : TGV の規格	1-17
表 1.8 : ドイツの新設線の規格	1-18
表 1.9 : アジアの高速鉄道の規格	1-19
表 1.10 : ベトナム高速鉄道への推奨規格	1-20
表 1.11 : 高速鉄道の建設費に影響する要因	1-21
表 1.12 : 断面の比較	1-23
表 1.13 : 在来線の改良レベル	1-24
表 1.14 : 2030 年の需要想定（列車本数／日）	1-24
表 1.15 : 在来線改良レベルごとの輸送力と所要投資額	1-25
表 1.16 : 需要予測と線路容量（列車本数／日）	1-26
表 1.17 : 高速鉄道の利用促進策	1-27
表 1.18 : 在来線の曲線の状況	1-28
表 1.19 : 高速鉄道上での貨物輸送に関する考え方	1-31
表 1.20 : 高速鉄道用機関車の諸元	1-34
表 1.21 : 貨物設備投資額	1-36
表 1.22 : VNR の輸送実績	1-36
表 1.23 : 貨物輸送の運用保守費の試算	1-37
表 1.24 : サイクルタイムと 1 日あたりの往復回数	1-40
表 1.25 : 所要の列車編成数	1-41
表 1.26 : 車両価格	1-41
表 1.27 : 軌道構造とカーブ長（m）	1-42
表 1.28 : カントの比較	1-42
表 1.29 : 200 km/h から 320 km/h へのカント修正費用	1-43
表 1.30 : カント修正費用の合計	1-44
表 1.31 : 新幹線列車の速度と走行抵抗	1-45
表 1.32 : 使用電力量と費用（2030 年）	1-46
表 1.33 : 運営費の比較	1-47
表 2.1 : 二段階整備ケースの概要	2-1
表 2.2 : 五段階整備ケース の概要	2-2
表 2.3 : 州毎の人口及び域内総生産（2010 年、2016 年）	2-3
表 2.4 : 省毎の人口及び域内総生産に係る将来成長率	2-5

表 2.5 : トリップ発生集中モデル	2-8
表 2.6 : 分布モデル	2-8
表 2.7 : 各交通機関における時間及び費用にかかる条件	2-10
表 2.8 : ホーチミンエリアから発生する空港利用需要	2-13
表 2.9 : 整備フェーズごとの空港取扱い可能容量	2-13
表 2.10 : 段階整備計画とこれに応じた処理能力	2-13
表 2.11 : ハノイ-ホーチミン間の主要幹線道路の概要	2-14
表 2.12 : 在来線及び高速鉄道の整備レベル	2-16
表 2.13 : 在来線と高速鉄道を組み合わせた整備シナリオ	2-16
表 2.14 : 交通機関毎の旅客需要予測結果	2-17
表 2.15 : 対象予測年度ごとの道路交通容量	2-18
表 2.16 : 他の交通機関の交通容量	2-18
表 2.17 : 断面における各交通機関の需給ギャップ (シナリオ 1)	2-26
表 2.18 : 断面における各交通機関の需給ギャップ (シナリオ 2)	2-29
表 2.19 : 断面における各交通機関の需給ギャップ (シナリオ 3)	2-32
表 2.20 : 五段階整備ケースにおける高速鉄道の利用者数	2-34
表 3.1 : 設定最高速度	3-1
表 3.2 : カント設定	3-2
表 3.3 : 曲線設定	3-2
表 3.4 : 勾配設定	3-2
表 3.5 : 軌道構造	3-3
表 3.6 : 駅間平面ルートの確認事項	3-4
表 3.7 : 駅間縦断ルートの確認事項	3-5
表 3.8 : Hai Van Pass 延長比較	3-6
表 3.9 : 駅予定地周辺の動向	3-21
表 3.10 : 高速鉄道につながる幹線道路ならびに鉄道を持つ省の面積の合計と その割合	3-28
表 4.1 : 盛土の法面保護工種類と効果	4-2
表 4.2 : 切土の法面保護工種類と効果	4-2
表 4.3 : 常時の走行安全性から定まる桁のたわみの設計限界値	4-8
表 4.4 : 常時の走行安全性から定まる軌道面における鉛直目違いの設計限界値	4-8
表 4.5 : 常時の走行安全性から定まる軌道面における折れ角の設計限界値	4-8
表 4.6 : 地震時における角折れ・目違いの設計限界値	4-8
表 4.7 : トンネル掘削方式	4-11
表 4.8 : トンネル掘削工法	4-12
表 4.9 : トンネル坑門構造	4-14
表 4.10 : トンネル補助工法	4-15
表 4.11 : 駅舎の概要	4-20
表 4.12 : ユニバーサルデザインの例 (移動のための空間)	4-26
表 4.13 : ユニバーサルデザインの例 (行動のための空間)	4-28

表 4.14 : ユニバーサルデザインの例 (情報)	4-28
表 4.15 : ユニバーサルデザインの例 (環境)	4-30
表 4.16 : ユニバーサルデザインの例 (安全性と保安)	4-31
表 4.17 : ユニバーサルデザインの例 (車両)	4-33
表 4.18 : 発電機種別毎の発電機合計容量および構成比 (2016 年 12 月時点)	4-34
表 4.19 : 国家送電公社 (NPT) 所管の超高圧系統概要 (2016 年 12 月時点)	4-36
表 4.20 : 地方配電公社の送電、配電系統概要 (2016 年 12 月時点)	4-36
表 4.21 : 電力供給量の成長率 (対前年比)	4-37
表 4.22 : 第 7 次国家電力開発計画における発電機種別毎の発電機構成比	4-37
表 4.23 : 第 7 次国家電力開発計画における発電機種別毎の年間発電量構成比	4-37
表 4.24 : 2030 年までの基幹系変圧器および送電線の増強計画	4-38
表 4.25 : 220 kV 変圧器増強計画一覧 (北部地域)	4-39
表 4.26 : 220 kV 変圧器増強計画一覧 (中部地域)	4-40
表 4.27 : 220 kV 変圧器増強計画一覧 (南部地域)	4-41
表 4.28 : 220 kV 送電線増強計画一覧 (北部地域)	4-42
表 4.29 : 220 kV 送電線増強計画一覧 (中部地域)	4-44
表 4.30 : 220 kV 送電線増強計画一覧 (南部地域)	4-45
表 4.31 : 電車線電圧	4-50
表 4.32 : 各き電方式の特徴	4-50
表 4.33 : き電用主変圧器の標準容量	4-58
表 4.34 : き電用変圧器の所要容量計算結果及び定格容量	4-59
表 4.35 : 単巻変圧器の標準容量および短絡強度	4-60
表 4.36 : 電車線の種類と標準張力	4-62
表 4.37 : 電車線の標準架高	4-62
表 4.38 : 振止金具の設置範囲	4-62
表 4.39 : 曲線引金具の範囲	4-63
表 4.40 : き電線の種類	4-63
表 4.41 : 保護方式の適用区分	4-63
表 4.42 : 保護方式の適用区分	4-64
表 4.43 : 標準径間	4-64
表 4.44 : 電気設備技術基準 (第 2 条)	4-69
表 4.45 : 配電線路から受電する施設	4-69
表 4.46 : アジアにおける配電線路の電圧	4-69
表 4.47 : 6.6 kV と 20 kV の一般的な比較	4-70
表 4.48 : 安全運転に必要な情報	4-72
表 4.49 : 東海道新幹線における輸送設備の近代化	4-73
表 4.50 : 東海道新幹線の輸送力改善	4-74
表 4.51 : DS-ATC、RS-ATC 及び VHSR-ATC の主な相違点	4-80
表 4.52 : ベトナム高速鉄道車両 基本仕様	4-86
表 4.53 : 車両の保守周期	4-89

表 4.54：車両基地概要.....	4-91
表 5.1：運転時分（ノックホイ駅 → トゥティエム駅）	5-4
表 5.2：運転時分（トゥティエム駅 → ノックホイ駅）	5-5
表 5.3：駅間輸送量（二段階整備ケース）	5-6
表 5.4：区間別列車設定本数（二段階整備ケース）	5-7
表 5.5：基地別所要編成数（二段階整備ケース）	5-10
表 5.6：駅間輸送量（五段階整備ケース）	5-12
表 5.7：区間別列車設定本数（五段階整備ケース）	5-13
表 5.8：区間別列車設定概要（五段階整備ケース）	5-13
表 5.9：基地別所要編成数（五段階整備ケース）	5-14
表 5.10：構造と材料の改良.....	5-18
表 5.11：改良軌道構造.....	5-20
表 5.12：新幹線の軌道構造.....	5-21
表 5.13：東北新幹線における線路分類別軌道構造（東京～盛岡）	5-21
表 5.14：スラブ軌道の経済計算.....	5-22
表 5.15：東北新幹線（東京～盛岡）のスラブ軌道及びバラスト軌道の割合	5-22
表 5.16：車両の仕様.....	5-24
表 5.17：作業上の面積.....	5-27
表 5.18：2030 年、2040 年、2050 年の列車本数.....	5-31
表 5.19：ベトナム高速鉄道の構造別内訳.....	5-31
表 5.20：ベトナム高速鉄道の軌道構造.....	5-31
表 5.21：2030 年、2040 年及び 2050 年における要員数.....	5-32
表 5.22：ベトナム高速鉄道管理会社における本社管理と要員数.....	5-32
表 5.23：ハノイ及びホーチミン支社管理組織と要員数.....	5-33
表 5.24：総合指令所（ハノイ・ホーチミン支社とも同じ）	5-33
表 5.25：現業機関の要員数.....	5-34
表 5.26：乗降人員と駅の規模.....	5-35
表 5.27：駅の要員数.....	5-36
表 5.28：運輸区の要員数.....	5-37
表 5.29：車両検査区の要員数.....	5-38
表 5.30：総合車両所の要員数.....	5-39
表 5.31：保線区の要員数.....	5-40
表 5.32：電力区の要員数.....	5-41
表 5.33：信号・通信区の要員数.....	5-42
表 5.34：資材センターの要員数.....	5-43
表 5.35：五段階整備ケースにおける 2030 年から 2070 年までの列車本数	5-43
表 5.36：五段階整備ケースにおける業務機関別社員数.....	5-44
表 5.37：二段階整備ケースにおける業務機関別社員数.....	5-44
表 6.1：改正された新鉄道法（Law 03/2017/L-CTN）	6-2
表 6.2：新鉄道法第 8 章 高速鉄道.....	6-2

表 6.3 : 鉄道法施行細則 (Decree 14/2015/ND-CP)	6-3
表 6.4 : 建設法 (Law 50/2014/QH13)	6-4
表 6.5 : 全国新幹線鉄道整備法 (第 71 号、1970 年)	6-7
表 6.6 : 土地管理・取得に関する規則.....	6-9
表 6.7 : ODA 建設工事安全管理ガイダンス	6-11
表 6.8 : 法制度と技術基準整備のタイムラインの例.....	6-12
表 8.1 : 政府機関およびホーチミン市の歳出予算 (2018 年)	8-1
表 8.2 : 対外借入の現状と対外借入債務残高.....	8-2
表 8.3 : 資金調達オプションのメリットとデメリット	8-4
表 8.4 : 台湾高速鉄道の事業概要.....	8-5
表 8.5 : HS1 の事業概要	8-8
表 10.1 : 設定を提案する運用指標.....	10-1
表 10.2 : 設定を提案する効果指標.....	10-2
表 10.3 : 運用指標の目標値.....	10-3
表 10.4 : 効果指標の目標値.....	10-3
表 11.1 : ベトナム南北高速鉄道整備事業の効果.....	11-2
表 11.2 : 在来鉄道・高速鉄道による主要都市間の移動時間	11-4
表 12.1 : プロジェクトの EIRR・B/C・NPV	12-2
表 12.2 : 予備的財務分析の結果.....	12-3

略 語

AC	Alternating Current	交流
ACB	Air Circuit Breaker	気中遮断器
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFTA	ASEAN Free Trade Area	ASEAN 自由貿易地域
ANFO	Ammonium Nitrate Fuel Oil	硝安油剤
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
AT	Auto Transformer	単巻変圧器
ATC	Automatic Train Control	自動列車制御装置
ATP	Auto-Transformer Post	AT ポスト
ATS	Automatic Train Stop	自動列車停止装置
AVE	Alta Velocidad Española	スペインの高速鉄道
B/C	Benefit-Cost Ratio	費用便益比
BIL	Basic Impulse-Insulation Level	基準衝撃絶縁強度
BLT	Build-Lease Service-Transfer	建設・リース・移管
BOO	Build-Own-Operate	建設・所有・運営
BOT	Build-Operate-Transfer	建設・運営・移管
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
BT	Booster Transformer	吸上変圧器
BT	Build-Transfer	建設・移管
BTL	Build-Transfer- Lease Service	建設・移管・リース
CAPEX	Capital Expenditure	初期投資費用
CBD	Central Business District	中心業務地区
CIC	Centralized Information Control	沿線情報集中監視装置
COSMOS	Computerized Safety, Maintenance and Operation Systems of Shinkansen	新幹線総合システム
CPTPP	Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership	環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定
CS	Copper-Clad Steel	銅覆鋼
CSC	Centralized Substation Control	変電所集中監視制御装置
CTC	Centralized Traffic Control	列車集中制御装置
CVM	Contingent Valuation Method	仮想評価法
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DC	Direct Current	直流電流
DPC	District People's Committee	人民委員会
DS-ATC	Digital communication & control for Shinkansen-ATC	新幹線用デジタル自動列車制御装置
EB	Emergency Brake	緊急列車停止装置
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EJ	Expansion Joint	レール伸縮継目

E&M	Electrical and Mechanical	電気・機械
EMU	Electric Multiple Unit	電車
EVN	Vietnam Electricity	ベトナム電力公社
ENVPC	Central Power Corporation	中部電力公社
EVNHANOI	Hanoi Power Corporation	ハノイ電力公社
EVNHCMC	Ho Chi Minh City Power Corporation	ホーチミン電力公社
EVNSPC	Southern Power Corporation	南部電力公社
FEP	Flexible Electric Pipe	波付硬質合成樹脂管
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FS	Feasibility Study	フィージビリティスタディ (実行可能性調査)
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Gas Insulated Switchgear	ガス絶縁開閉装置
GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HSR	High Speed Rail	高速鉄道
HST	High Speed Train	イギリスの高速列車
ICE	InterCity Express	ドイツの高速鉄道
IE	Institute of Energy	エネルギー研究所
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IT	Information Technology	情報技術
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JNR	Japanese National Railways	日本国有鉄道
JPY	Japanese Yen	日本円
JRE	Japan Railways East	JR 東日本
LBS	Load Break Switch	高圧交流負荷開閉器
LCC	Low Cost Carrier	格安航空会社
LCR	London and Continental Railway	ロンドン・アンド・コンティネンタル・レイルウェイズ
LCX	Leaky Coaxial Cable	漏洩同軸ケーブル
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LRT	Light Rail Transit	次世代型路面電車システム
LZB	Linienzugbeeinflussung	連続列車制御装置
MAGLEV	Magnetic Levitation	磁気浮上式鉄道
MCCB	Molded Case Circuit Breaker	配線用遮断器
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	国土交通省
MOC	Ministry of Construction	建設省

MOIT	Ministry of Industry and Trade	商工省
MOT	Ministry of Transport	交通運輸省
MP	Master Plan	マスタープラン
MTPIP	Mid-Term Public Investment Plan	中期公共投資計画
NATM	New Austrian Tunneling Method	新オーストリアトンネル工法
NPCEVN	Northern Power Corporation	北部電力公社
NPT	National Power Transmission Corporation	国家送電公社
NPV	Net Present Value	純現在価値
NTV	Nuovo Trasporto Viaggiatori	ヌオーヴォ・トラスポルト・ヴィア ッジャトーリ
OCC	Operation Control Center	総合指令所
OD	Origin Destination	起終点
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organisation for Economic Co- operation and Development	経済協力開発機構
O&M	Operation and Maintenance	運用・保守
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PC	Programmable Controller	プログラマブルコントローラ
PDCA	Plan-Do-Check-Act	計画-実行-評価-改善
PETIT	Strategic Plan of Infrastructure for Transportation	輸送インフラ戦略計画
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理部
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PRC	Programmed Route Control	自動進路制御装置
PWM	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RCEP	Regional Comprehensive Economic Partnership	東アジア地域包括的経済連携
RL	Rail Level	レールレベル
RS-ATC	digital Radio communication and control for Shinkansen ATC	無線式自動列車制御装置
R&D	Research and Development	研究開発
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	遠方監視制御装置
SCF	Standard Conversion Factor	標準変換係数
SMIS	Shinkansen Management Information System	新幹線情報管理システム
SN	Signal to Noise	信号雑音比
SNCF	Société Nationale des Chemins de fer Français	フランス国鉄
SP	Sectioning Post	き電区分所
SPC	Specific Purpose Company	特定目的会社

SS	Substation	変電所
SSP	Sub-Sectioning Post	補助き電区分所
TBM	Tunnel Boring Machine	トンネル掘進機
TEDI	Transport Engineering Design Inc.	交通運輸設計コンサルタント公社
TEN-T	Trans-European Transport Networks	欧州横断運輸ネットワーク
TGV	Train à Grande Vitesse	フランスの高速鉄道
THSRC	Taiwan High Speed Rail Co., Ltd.	台湾高速鉄道株式会社
TOD	Transit Oriented Development	公共交通指向型開発
TPP	Trans-Pacific Partnership Agreement	環太平洋パートナーシップ協定
TVM	Transmission Voie-Machine	フランス高速鉄道用信号システム
UIC	International Union of Railways	国際鉄道連合
UK	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	英国
UMRT	Urban Mass Rapid Transit	アーバン・マス・ラピッド・トランジット
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
USD	United States Dollar	米ドル
VGF	Viability Gap Funding	採算補填
VITRANSS2	The Comprehensive Study on the Sustainable Development of Transport System in Vietnam	ベトナム国 持続可能な総合運輸交通開発戦略策定調査
VND	Vietnam Dong	ベトナムドン
VNR	Vietnam Railways	ベトナム鉄道公社
VNRA	Vietnam Railway Administration	ベトナム鉄道局
VHSR	Vietnam High Speed Rail	ベトナム高速鉄道
VVVF	Variable Voltage Variable Frequency	可変電圧可変周波数
WB	World Bank	世界銀行

注

- ・次の主要な都市ないし駅名はカタカナで表記した。
ハノイ、ノックホイ、ビン、フエ、ダナン、ニャチャン、ロンタイン、トゥティエム、ホーチミン
- ・その他の地名・駅名はアルファベットで表記した。
- ・図表中に上記が混在する場合はアルファベットで統一し、図表の下に注釈を付した。

1. 主要課題

1.1 世界的高速鉄道

1.1.1 高速鉄道の出現

(1) 高速鉄道前史

近代鉄道の始まりは、1830 年にイギリスで開業したリバプール・アンド・マンチェスター鉄道である。それまでの馬から蒸気機関車牽引に替え、軌間 1,435 mm の線路上を、最高時速 58 km で走った。この基準は後の鉄道の基本となった。鉄道網は世界中に広がった。日本では 1872 年、ベトナムでは 1885 年に鉄道が開業し、それぞれ 1,067 mm と 1,000 mm の軌間であった。標準軌としなかったのは、建設費節減のためである。

蒸気車に替わる電車の開業は 1881 年、軌道回路の発明は 1872 年である。徐々に鉄道技術の蓄積が進み、1955 年にはフランス国鉄は 331 km/h の速度記録を樹立した。しかし当時の世界的な風潮としては、自動車や航空機の時代が来れば、鉄道は衰退するとの見方が強かった。

(2) 新幹線概念

新幹線とよばれる日本の高速鉄道は 1964 年に、東京・新大阪間 515 km の区間で営業を始めた。開業時に最高速度は 210 km/h であったが、現在は 285 km/h となっている。新幹線は次の点で、従前からの鉄道の概念を覆した。

- 踏切の排除
全線を高架化して道路との平面交差をなくした。
- 車両の軽量化
動力分散方式により軸重を減らし、構造物への負担を減らした。
- 機器による列車制御
前方の監視と列車の制御を機器に委ねることで、安全かつ高速の輸送を可能とした¹。
東海道新幹線は、技術的、営業的、そして社会的にも、大きな成功をおさめ、日本国内で四方へ延伸された。

(3) 世界への伝搬

新幹線の成功を契機として、鉄道が自動車や航空機に対する競争力を有することが世界的に再認識された。各国に鉄道高速化の動きが広まり、新線の建設や在来鉄道改良の動きが起こった。

¹ 従前の鉄道は運転士の前方監視により運転され、運転士が異常を発見すれば、緊急ブレーキで列車を停止させた。列車が最高速度から停止するまでに必要な距離をブレーキ距離と呼び、ブレーキ距離内に停止できない速度での運転は禁止されていた。ブレーキ距離は国によって異なるが、日本では 600 m である。結果として高性能のブレーキを持つ列車でも、運行速度は 130 km/h 以下に制限されていた。

欧州ではフランスとドイツがネットワークを建設し、今は周辺諸国にネットワークを拡大しつつある。アジアでは韓国と台湾が先行し、昨今は中国国内での建設が進んでいる。これまでに高速鉄道を開業した各国の状況を次表に示す。

高速鉄道についての明確な定義はないが、国際鉄道連合（UIC）では新線で 250 km/h、在来鉄道の改良で 200 km/h 以上の鉄道としている。

表 1.1：世界的高速鉄道（開業国）

開業年	国	最高速度 km/h 2018 年	開業時路 線長 km	営業線 km 2018 年	工事中 km	線区
1964	日本	320	515	3,041	402	新線
1981	フランス	320	419	2,776	0	新線
1991	ドイツ	300	357	1,658	185	新線
1992	イタリア	300	122	981	67	新線
1992	スペイン	300	471	2,938	904	新線
1997	ベルギー	300	72	209	-	新線
2003	イギリス	300	74	113	230	新線
2004	韓国	305	330	887	-	新線
2007	台湾	300	345	354	-	新線
2008	中国	350	148	26,869	10,738	新線
2009	オランダ	300	120	120	-	新線
2009	トルコ	250	232	724	1,395	新線
2012	オーストリア	250	86	48	218	新線
2000	米国	240	735	735	192	改良
2004	スイス	250	52	144	15	改良
2015	ポーランド	200	224	224	-	改良

備考：新線と改良線のある国は、新線の供用開始を開業年としている。

出典：High-Speed Lines in the World 20th (UIC, April 2018)、「世界の高速列車」ダイヤモンド社（2008 年）

また高速鉄道を準備している国も多い。この状況を次表に示す。

表 1.2 : 高速鉄道を準備している国

地域	国	建設中 km	計画中 km	長期 計画中 km	合計 km
アジア	バーレーンとカタール	-	-	180	180
	インド	-	508	4,126	4,634
	インドネシア	-	712	-	712
	イラン	-	1,351	1,499	2,850
	カザフスタン	-	-	1,011	1,011
	マレーシア・シンガポール	-	350	-	350
	サウジアラビア	453	-	-	453
	タイ	-	615	2,262	2,877
	ベトナム	-	-	1,541	1,541
欧州	チェコスロバキア	-	-	810	810
	デンマーク	56	-	-	56
	エストニア、ラトビア、リトアニア	-	-	740	740
	ノルウェー	-	-	333	333
	ポルトガル	-	-	596	596
	ロシア	-	770	2,208	2,978
	スウェーデン	11	-	739	750
その他	オーストラリア	-	-	1,749	1,749
	ブラジル	-	-	511	511
	カナダ	-	-	290	290
	エジプト	-	-	1,210	1,210
	メキシコ	-	-	210	210
	モロッコ	200	-	1,114	1,314
	南アフリカ	-	-	2,390	2,390

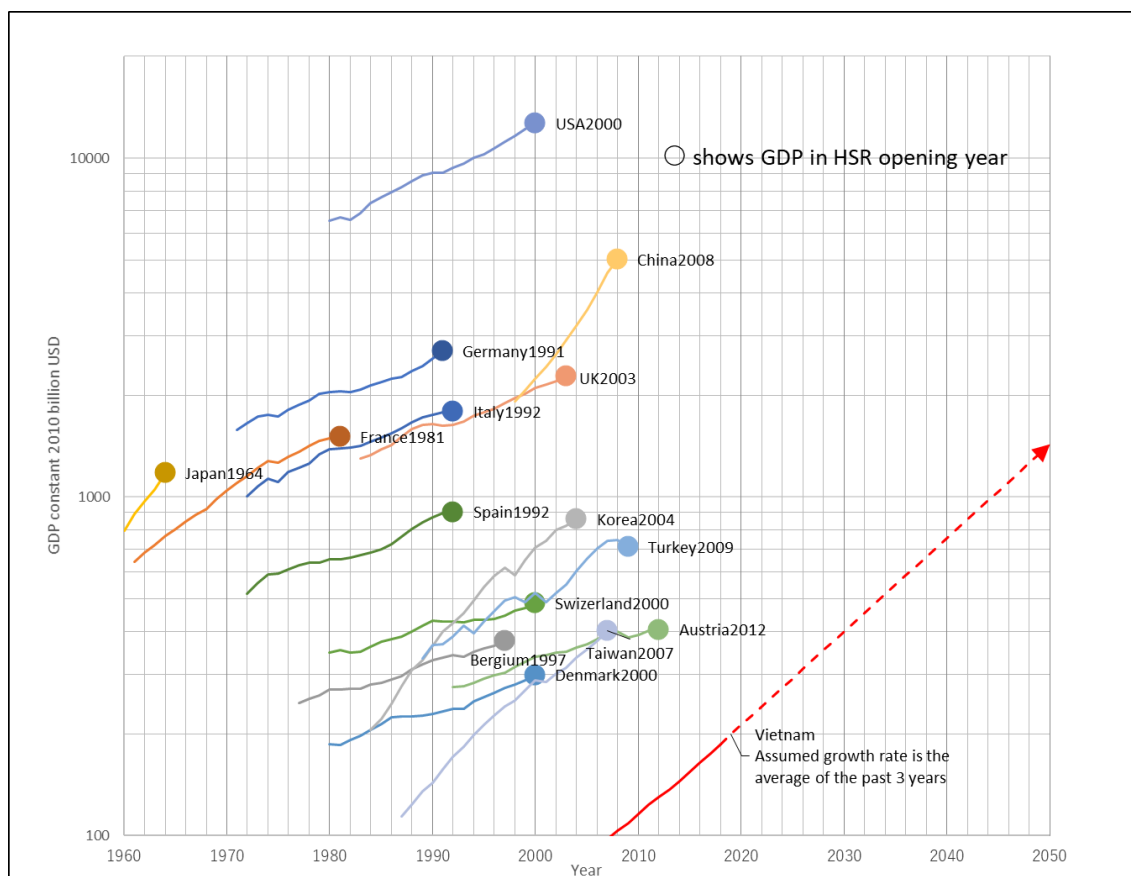
出典：High-Speed Lines in the World 20th (UIC, April 2018)

1.1.2 高速鉄道の建設と社会経済状況

高速鉄道を整備する時期は、当該国の人口や経済力が影響している可能性が考えられる。以下に人口や GDP 等の社会経済状況から見た整備時期を検討する。

(1) 実質 GDP と開業時期の関連

横軸を年度、縦軸を GDP とし、各国の高速鉄道の開業までの経過を下図に示す。図の○印は高速鉄道の開業時期における GDP を示す。ベトナムの GDP は 2030 年には 4,000 億米ドルに達し、他国の高速鉄道開業時期における GDP と同程度の水準となることから、ベトナムが想定する 2030 年の高速鉄道開業は適切と考えられる。赤い破線はベトナムの GDP の成長率が、過去 3 年と同一と仮定した場合の GDP の推移である。



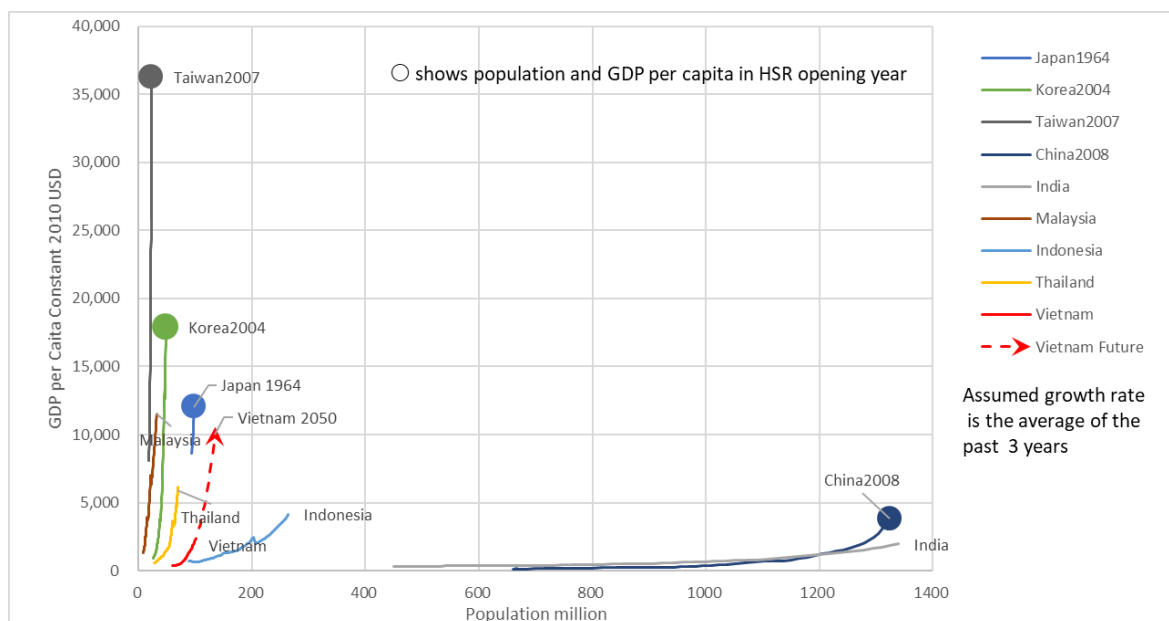
出典：World Development Indicators（世界銀行、2018）、High-Speed Lines in the World 20th (UIC, 2018)

図 1.1：高速鉄道の開業時期と GDP

(2) 人口及び1人あたり GDP との関連

アジア諸国における人口と一人あたり GDP との関連をみると次図のようになる。高速鉄道が開業しているのは、日本、韓国、台湾、中国であり、図の○印は、開業年の値を示す。

高速鉄道の整備が話題になっているアジアの国には、インド、インドネシア、ベトナム、タイ、マレーシアがある。ベトナムの人口と一人あたり GDP の伸び率が、過去3年平均と同一とすれば、今後は赤い破線のように推移すると考えられる。高速鉄道の建設は、計画から始まって開業にいたるまでに10年ほどを要するので、ベトナムにとっては高速鉄道の導入を準備する時期になったと考えられる。



出典：World Development Indicators（世界銀行、2018）、High-Speed Lines in the World 20th (UIC, 2018)

図 1.2：高速鉄道の開業時期と人口及び一人あたり GDP

1.1.3 高速鉄道建設の動機

高速鉄道を建設する動機は、次のとおりである。

(1) 日本

新幹線は、世界初の高速鉄道サービスとして、1964 年の東京オリンピック開催の直前に開業した。今日では、海底トンネルを経由して、南の九州と北の北海道にネットワークが広がっている。2018 年にネットワークの全長は 3,041 km に達した。最初に建設された東海道新幹線の目的は、輸送力の制約を克服し、515 km 離れた東京と大阪の間の旅行時間を短縮することにあった。210 km/h の新幹線の速度により到達時間は 4 時間となり、サービスが改善された。現在の旅行時間は 2 時間 30 分である。そして急速な経済成長による移動需要に応え、鉄道輸送の好ましい特性を発揮して混雑を緩和した。

当初、新幹線は、貨物と乗客の両方にサービスを提供するように計画設計されていた。しかし、膨大な旅客需要と主に夜間に行われる保守作業の必要性により、旅客専用に限ることとした。また、従来の鉄道サービスとの分離により、これらの従来のサービスおよびその古くなった施設に起因する問題を回避することができた。

新幹線は大きな需要のある地域に整備されたが、昨今は、国土全体にネットワークが拡大されつつあり、地域開発への貢献が期待されている。



出典：High-Speed Database & Maps (UIC, Highspeed Congress 2015)

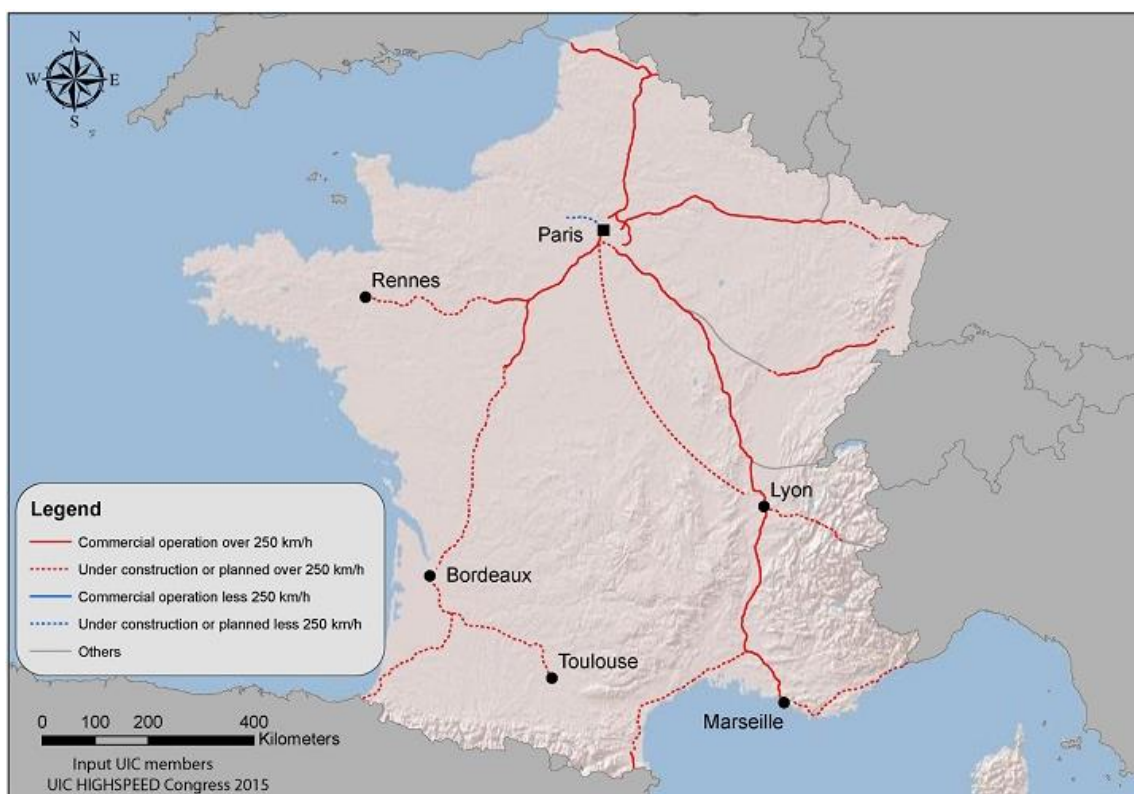
図 1.3：日本の高速鉄道網

(2) フランス

第二次世界大戦の影響からの復興後、道路や航空輸送に対する鉄道の競争力が低下し続けた。このような状況から、SNCF²は、鉄道の競争力を向上する第一歩として、混雑したパリ・リヨン間での高速鉄道（Train à Grande Vitesse : TGV）の導入に取り組んだ。

フランスは、混雑区間に沿って新たな別個の線路だけを建設し、混雑の少ない区間及び大都市への乗り入れで、建設と用地取得に莫大な経費を要すると見込まれる際には、在来線を使うこととした。その結果、日本とは対照的に、フランスでは高速鉄道施設と在来線施設が混在している。この方式では、高速線における列車速度は 240-320 km/h だが、在来線上では 200 km/h 未満であり、TGV 列車が既存線に入るときは、既存線の信号に従う。

フランスの TGV は、鉄道サービスを近代化して、道路および航空輸送に対する競争力の改善を目標とした。鉄道の特性を発揮しやすい旅客輸送を重視し、貨物輸送は除外した。TGV の導入は混雑した区間から始まった。



出典：High-Speed Database & Maps (UIC, Highspeed Congress 2015)

図 1.4：フランスの高速鉄道網

² SNCF : Société Nationale des Chemins de fer Français, フランス国鉄

(3) ドイツ

ドイツでは、冷戦下で鉄道網が東西に分断されたため、北部の港から南部の工業地帯を結ぶ貨物輸送網の再構築が課題であった。そして東西ドイツの統一後は、東西方向の連絡が優先性を持った。

ICE と呼ばれるドイツの高速鉄道は、フランスに 10 年遅れた 1991 年 6 月に開業した。遅れた理由は、山の多い地帯であったことと、建設開始までに必要な法的政治的承認を得るための複雑な手続きであった。ドイツで最初に選ばれたルートは、ハノーファー・ヴュルツブルクと、マンハイム・シュトゥットガルトであった。両ルートとも、旅客列車と貨物列車を運行するもので、旅客専用サービスを行う日本やフランスの高速鉄道とは異なる。

鉄道網は、従前からの南北方向とは異なる東西ルートであるヴォルフスブルク・ベルリンのルートを 1998 年に追加することで急速に拡大した。このルートは西ドイツと東ドイツの政治的統一の象徴であった。新たな政治首都ベルリンを西側の都市と結ぶ必要がこの決定の背後にあった。

後にケルンとフランクフルトの間の線路は 2002 年に開業し、ニュルンベルクとミュンヘンの間の線路は 2006 年に開業した。両線路とも旅客専用であったため、運行速度は 300 km/h に達した。これは速度を犠牲にして、旅客と貨物、双方のサービスを提供する他のルートと異なる。実際、同じニュルンベルク・ミュンヘン線では、列車の速度が 200 km/h を超えない多数の区間が存在する。



出典：High-Speed Database & Maps (UIC, Highspeed Congress 2015)

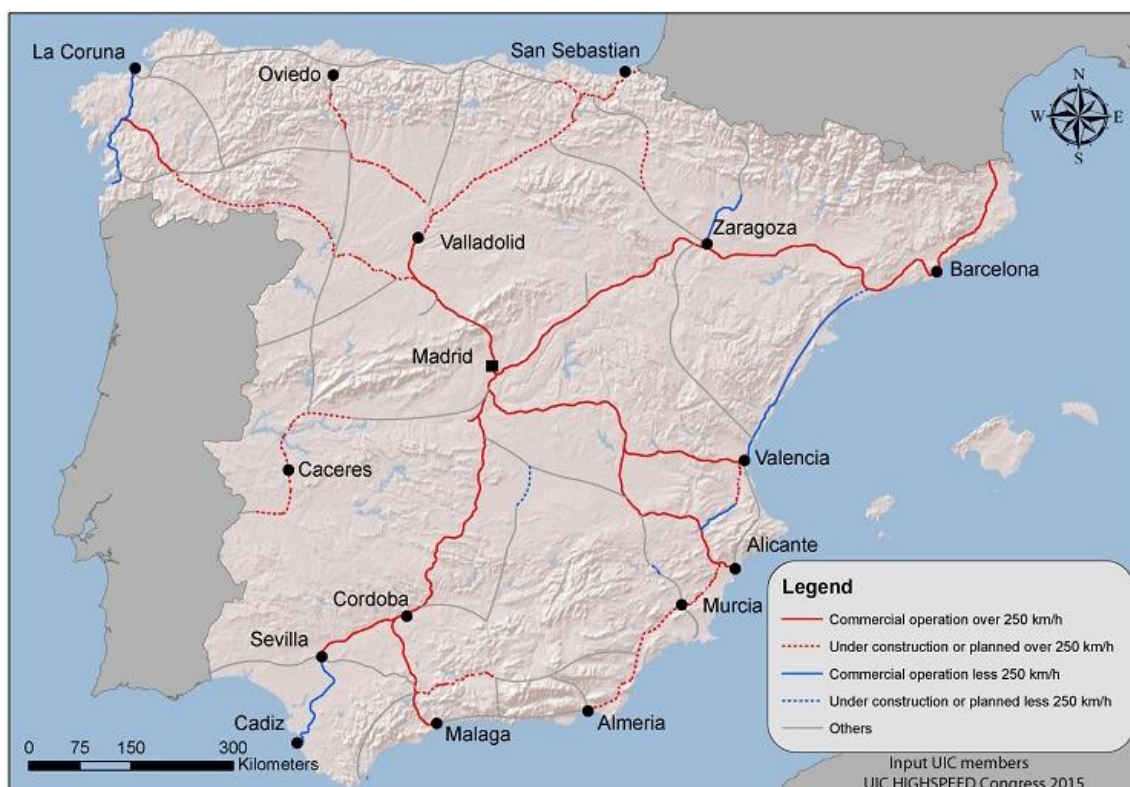
図 1.5：ドイツの高速鉄道網

(4) スペイン

スペインでは、高速鉄道をスペイン語で高速を意味する AVE と呼ぶ。バルセロナオリンピックとセビリア万博のために、マドリードーセビリア間で 1992 年に営業を開始した。この線はスペインの鉄道網の大部分が 1,668 mm のゲージを使用していたにもかかわらず、1,435 mm の国際規格の軌間を採用し、フランスのシステムとの直通運転を可能にした。2018 年時点でスペインの AVE は、ヨーロッパで最長の高速鉄道網で、日本と中国に次ぐ 2,852 km の世界で 3 番目の鉄道網である。

2005 年に政府が策定した PETIT（輸送インフラ戦略計画）によれば、総額 240 億ユーロが投資され、そのうち 48% が鉄道に割り当てられる。2020 年までに 10,000 km の高速鉄道網を建設し、人口の 90% が AVE を運行している駅から 50 km 以内に住むことを計画している。スペインの高速鉄道計画の大部分は 1990 年に EU が承認した TEN-T（Trans-European Transport Networks）に規定されており、EU の国内市場の活性化を促進することを目的としている。建設費の多くは、PPP による国家予算や民間資金だけでなく、欧州地域開発基金、結束基金、TEN-T 計画支援資金など、EU の支援も必要とする。

AVE は、国の政治経済の首都であるマドリードを、すべての地方庁所在都市と高速鉄道で結ぶことを需要よりも重視している。そして AVE の需要は欧州委員会が建設を好ましいとする最小限の指標に達していない。



出典：High-Speed Database & Maps (UIC, Highspeed Congress 2015)

図 1.6：スペインの高速鉄道網

(5) 中国

中国経済の急速な発展は 1978 年の政治改革の後に起こった。市場経済への移行により GDP は年率 10%前後で推移した。中国が陸上輸送近代化を志向するのは、国の経済的生産性を向上させたいとの動機に基づく。貨物輸送能力を向上するため、道路網と鉄道網の改善が行われた。そして貨物輸送における生産性の向上と物流の改善は、20 世紀末から 21 世紀初頭にかけての、中国の輸送政策の中心であった。

2003 年の中長期投資計画では、2020 年までの高速鉄道網の目標を、旅客輸送専用線の建設による客貨分離においた。これによりボトルネックを解消し、道路の渋滞を緩和し、生産性と地域開発の向上を図った。

輸送能力の向上に加え、既存の交通網についても、生産性とロジスティックスの向上のために、運行速度を向上させた。鉄道省は、高速鉄道網の建設に先だつ 1997 年から 2007 年の間に 6 次にわたる在来線の速度向上を計画した。これらの目標を達成後、中国政府は個々の線区ではなく、鉄道のネットワークを整備することに関心を持っている。

中国政府が設定した目標は、高速鉄道により、2020 年までに人口 50 万人以上の省都を結び、人口の 90%をカバーすることにある。



出典：High-Speed Database & Maps (UIC, Highspeed Congress 2015)

図 1.7：中国の高速鉄道網

1.1.4 ベトナムの高速鉄道

高速鉄道の整備に先立ち、検討を要する事項には、次のものがある。

- 1) 高速鉄道の整備と運行を可能とする経済力
- 2) 在来線が提供できる輸送能力
- 3) 高速鉄道が提供可能な安全性、高速性、快適性への社会的要請
- 4) 高速鉄道路線の整備による国民意識の統一
- 5) 諸外国から産業を誘致するうえでの国際間競争

高速鉄道の建設には莫大な資金を要し、社会的かつ経済的な効果も大きいことから、国民的な合意のもとに方向付けを行う必要がある。

1.2 高速鉄道の規格と建設費の比較

1.2.1 鉄道システムの特徴

ここではベトナムの鉄道法に基づき、高速鉄道を主たる区間を 200 km/h 以上で走行する鉄道と定義する。世界の高速鉄道について、それらの特徴を比較すれば次のようになる。

(1) 在来線との直通運転の有無

列車の走行安定性を確保するには、高速鉄道をメートル軌で実現することはできず、1,435 mm 以上とする必要がある。このため在来鉄道がメートル軌の場合には、直通運転ができない。このケースは日本の在来線と新幹線の関係にあてはまる。スペインの在来鉄道は軌間 1,668 mm の広軌であるから、フランスにつながる標準軌鉄道との直通運転はできない。一方で在来線との直通運転がなければ、独立した高速鉄道路線となるため、全線にわたっての高速運転が可能となる。

在来鉄道の軌間が標準軌の場合は、電力や信号方式を工夫することで直通運転が可能となる。既存の在来線駅へ乗り入れができるなどのメリットがある反面、在来線の設備を高速鉄道用に変更するのは事実上不可能で、在来線の信号方式を高速鉄道に適用することになる。そして高速鉄道用の列車が起こす多くの事故は、在来線を走行中に生じている。

(2) 動力の集中方式と分散方式

動力分散方式の日本では、モーターや電気機器を各車両に搭載する電車方式として、加減速性能を高め、駅間の所要時間を短縮している。機器を分散することで、車両の最大軸重が小さくなり、これを支える構造物の価格を低減できる。動力集中方式をとるフランスやドイツは、編成の両端に動力を集中する機関車方式とした。この利点は、機関車の交換により異なる電化方式や非電化区間への乗り入れが可能となり、また動力が集中しているため車両の点検の手間が省けることにある。過去には双方の優劣が議論されたが、近年は動力分散方式が主流となった。集中方式を主張していたフランスもまた動力分散式の AGV を製造している。理由の一つとして、モーターは駆動用だけでなくブレーキ用にも使用が可能で、分散方式は多くの強い回生ブレーキを使用できる点が挙げられる。

(3) 安全基準

安全基準に関して議論となる二つの事項、列車衝突荷重とトンネル火災対策とがある。

欧州では列車衝突荷重を見込んで車両を設計しているので、高速列車が在来線に乗り入れる場合の低速運行区間での衝突事故に役立つ。しかしドイツのエシュデで生じた高速区間での列車事故には対応できなかった。日本では高速列車が在来線に乗り入れず、信号保安の向上により列車の衝突を皆無とすることで、列車衝突荷重を考慮する必要はない。

欧州では長大トンネルを二本の単線トンネルとし、列車火災が生じた場合には、トンネル間の連絡坑を介して、乗客を他方の単線トンネルに避難させることとしている。³

日本のトンネル火災対策は、過去に生じた事故の経験から、次のような措置を講じている。

- 1) 建造物や車両を難燃化し、車両間を隔てるドアを設けて、車両の延焼を遅らせる。
- 2) 火災を起こした列車はトンネル内に停車させず、坑外に出てから乗客を退避させるのが原則である。
- 3) 極めて長大な 54 km の青函トンネルでは、トンネル内 2 箇所列車火災の消火設備を設け、そこから地上への乗客の避難路を設置している。この理由は、延長 20 km 以上のトンネルでは、トンネルを出るまでに 5-6 分以上を要するので、列車を停めたほうが良いとの考えに基づく。
- 4) 火災時に最も重要なことは乗客の安全である。このため全てのトンネルに換気設備と照明設備を設け、列車がトンネル内に留まった場合に備えている。トンネル中央には巡回と点検用の幅 1 m、深さ 1 m の通路があり、乗客がトンネル外に脱出するのに役立つ。

(4) 高速鉄道システムに関する考え方

鉄道が英国で創業し、世界中に広まって行く過程で、軌間、信号、動力方式等々について、鉄道が置かれた場所にあわせた変更が行われてきた。同様に日本の新幹線ではじまった高速鉄道についても、他国へ伝搬する過程で変更が行われてきた。新幹線の特徴は、専用線上での高速運転である。このために列車の重量を軽くして、構造物への負荷と動力費を節減し、高速鉄道のシステム全体としての最適化がなされた。在来鉄道と隔絶した鉄道とすることで得られた利点である。欧州の高速鉄道は、在来線との共用に留意した。都心部へは在来鉄道駅に乗り入れて建設費を下げ、機関車方式を採用することで非電化区間への乗入を図った。これらにより初期段階での建設費を削減できたが、一方で、在来線上での信号方式への不安や軸重増を招いている。

このように高速鉄道システムに関しては様々な考え方がある。しかし一般的な傾向としては、高速鉄道への旅客需要が増大を反映して、フランスやドイツでは高速旅客新線の建設が進むなど、高速鉄道の果たす役割を単純化することにより、その機能を最大限に発揮させる方向に推移している。

³ 火災を起こした列車がトンネル内に停車した場合、単線トンネルが 2 本ある場合、火災のないトンネルは乗客の避難と消火活動に用いられる。双方向運転設備があっても列車の運行はできない。

また近年は、初期段階での建設費や価格等の投資費用だけでなく、それらの保全も含めたライフサイクルコストへの関心が高まる傾向にある。構造物の設計や車両の調達にあたって留意すべき点である。

1.2.2 高速列車の性能

世界の主な高速列車の性能は次表のとおりである。

(1) 新幹線

表 1.3 : 日本の新幹線の性能

車両	N700A	E5	W7
運行路線	東海道・山陽	東北	北陸
営業開始（年）	2013	2011	2015
軌間（mm）	1,435	1,435	1,435
最高速度（km/h）	300	320	260
編成長（m）	405	253	296.5
編成：編成 動力配置	14M2T 動力分散	8M2T 動力分散	10M2T 動力分散
特徴：連結方式 併結運用	非連接 不可	非連接 可	非連接 不可
定員：特別車 1等車（人） 2等車（人） 編成合計	 200 1,123 1,323	 18 55 658 731	 18 63 853 934
車体幅（mm）	3,360	3,350	3,380
編成重量：空車（トン） 定員乗車（トン）	 NA NA	 454.3 496	 340 NA
軸重（トン）	NA	NA	13 以下
電気方式	AC 25kV 60 Hz	AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 50 Hz AC 25 kV 60 Hz
編成当たりの定格出力（kW）	17,080	9,600	12,000
備考	定速走行制御装置 あり	-	30/1000 急勾配

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社（2015 年）

(2) TGV

表 1.4 : フランスの TGV の性能

車両	TGV-2N2	TGV-POS	AGV/ETR575
運行国	フランス、スイス、ドイツ、スペイン	フランス、スイス	イタリア
営業開始（年）	2011	2007	2012
軌間（mm）	1,435	1,435	1,435
営業最高速度（km/h）	320	320	300
設計最高速度（km/h）	350	350	360
編成長（m）	200	200	202
編成：編成 動力配置	2L8T 両端集中	2L8T 両端集中	12 台車 (動力 5 台車) 動力分散
特徴：連結方式 併結運用	接続 可	接続 可	接続 可
定員：特別車			19
1 等車（人）	182	110	143
2 等車（人）	328	250	288
編成合計	510	360	450
車体幅（mm）	2,896	2,904	3,000
編成重量：空車（トン）	390	383	374
定員乗車（トン）	NA	NA	398
軸重（トン）：定員最大	17	17	16.5
定員平均	NA	NA	NA
電気方式	AC 25 kV 50 Hz AC 15 kV 162/3 Hz DC 1.5 kV	AC 25 kV 50 Hz AC 15 kV 162/3 Hz DC 1.5 kV	AC 25 kV 50 Hz DC 3 kV
編成当たりの定格出力（kW）	9,280	9,280	7,500
備考	2 階建て TGV Euro Duplex		NTV. italo

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社（2015 年）

(3) ICE

表 1.5 : ドイツの ICE の性能

車両	ICE-3M	Velaro D	AVES103
運行国	ドイツ、オランダ、 ベルギー	ドイツ	スペイン
営業開始（年）	2000	2013	2007
軌間（mm）	1,435	1,435	1,435
営業最高速度（km/h）	320	320	300
設計最高速度（km/h）	330	350	350
編成長（m）	200	200	250
編成：編成 動力配置	4M4T 動力分散	4M4T 動力分散	4M4T 動力分散
特徴：連結方式 併結運用	非接続 可	非接続 可	非接続 可
定員：特別車			50
1等車（人）	93	93	103
2等車（人）	326	333	264
編成合計	419	426	417
車体幅（mm）	2,950	2,924	2,950
編成重量：空車（トン）	435	454	439
定員乗車（トン）	465	NA	455
軸重（トン）：定員最大	16	16	17
定員平均	14.5	14.5	NA
電気方式	AC 25 kV 50 Hz AC 15 kV 162/3 Hz DC 3 kV DC 1.5 kV	AC 25 kV 50 Hz AC 15 kV 162/3 Hz DC 3 kV	AC 25 kV 50 Hz
編成当たりの定格出力（kW）	8,000	8,000	8,800
備考	-	ユーロスターと トルコに導入予定	-

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社（2015年）

1.2.3 高速鉄道の規格

世界の主な高速鉄道の規格を比較すると次表のようになる。

(1) 日本

表 1.6 : 新幹線の規格

名称		東海道	東北	北陸
区間		東京 - 大阪	東京 - 盛岡	高崎 - 金沢
延長 (km)		515	496	356
工期		1959-1964	1971-1982	1989-2015
規格	軌間 (mm)	1,435	1,435	1,435
	設計最高速度 (km/h)	210	260	260
	営業最高速度 (km/h)	270	320	260
	最小曲線半径 (m)	2,500	4,000	4,000
	最小縦曲線半径 (m)	10,000	15,000	15,000
	最大カント (mm)	200	180	200
	許容カント不足 (mm)	90	60	90
	最急勾配 (1/1000)	20	15	30
	軌道中心間隔 (m)	4.2	4.3	4.3/4.2
	車体幅 (m)	3.4	3.4	3.4
	設計荷重 (トン)	NP-16	N-16/P-17	P-16
	施工基面幅 (m)	10.9	11.6	11.2/11.7
	標準複線トンネル断面 (m ²)	63.5	63.4	約 63
構造	土工 (km)	274 (53%)	27 (5%)	23 (6%)
	橋梁・高架橋 (km)	173 (34%)	354 (71%)	168 (47%)
	トンネル (km)	69 (13%)	115 (23%)	168 (47%)
軌道	構造	バラスト	バラスト/スラブ	スラブ
き電	き電電圧	AC25 kV 60 Hz	AC25 kV 50 Hz	AC25 kV 50 Hz / 60 Hz
	き電方式	AT	AT	AT
電車線	電車線方式	ペビー コンパウンド	ペビー コンパウンド	シンプル
	総張力 (kN)	53.9	53.9	39.2
	総断面積 (mm ²)	500	500	260
	径間長 (m)	50	50	50
	トロリー線波動伝搬速度 (km/h)	415	410	521/506
信号	信号方式	車内信号	車内信号	車内信号
	列車制御	ATC	ATC	ATC
	列車検知	有絶縁 軌道回路	有絶縁 軌道回路	有絶縁/無絶縁 軌道回路
	逆線運転	不可	不可	不可
	在来線乗入	不可	不可	不可
備考		旅客貨物両用 (設計のみ)	旅客貨物両用 (設計のみ)	旅客専用

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社 (2015 年)

(2) フランス

表 1.7 : TGV の規格

名称		南東線	大西洋線	地中海線
区間		パリ - リヨン	パリ - ルマン / ツールズ	バレンス / マルセーユ
延長 (km)		410	284	250
工期		1976-1983	1985-1990	1995-2001
規格	軌間 (mm)	1,435	1,435	1,435
	設計最高速度 (km/h)	300	300	350
	営業最高速度 (km/h)	300	300	300/200
	最小曲線半径 (m)	4,000	6,250	6,250
	最小縦曲線半径 (m)	25,000	25,000	25,000
	最大カント (mm)	180	180	180
	許容カント不足 (mm)	85	60	65
	最急勾配 (1/1000)	35	25	35
	軌道中心間隔 (m)	4.2	4.2	4.8
	車体幅 (m)	2.9	2.9	2.9
	設計荷重 (トン)	17	17	17
	施工基面幅 (m)	13.6	13.6	14.2
	複線トンネル断面 (m ²)	なし	71	100
構造	土工 (km)	405 (99%)	265 (93%)	220 (88%)
	橋梁・高架橋 (km)	5 (1%)	3 (1%)	17 (7%)
	トンネル (km)	0 (0%)	16 (6%)	13 (5%)
軌道	構造	バラスト	バラスト	バラスト
き電	き電電圧	AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 50 Hz
	き電方式	AT	AT	AT
電車線	電車線方式	シンプル	シンプル	シンプル
	総張力 (kN)	34	34	45
	総断面積 (mm ²)	215	215	266
	径間長 (m)	63	63	63
	トロリー線波動伝搬速度 (km/h)	441	441	493
信号	信号方式	車内信号	車内信号	車内信号
	列車制御	TVM300	TVM300	TVM300
	列車検知	無絶縁 軌道回路	無絶縁 軌道回路	無絶縁 軌道回路
	逆線運転	可	可	可
	在来線乗入	不可	不可	不可
備考		旅客専用	旅客専用	旅客専用

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社 (2015 年)

(3) ドイツ

表 1.8 : ドイツの新設線の規格

名称		NBS		
区間		マンハイム - シュトゥットガルト	ハノーファー - ヴュルツブルク	ケルン - フランクフルト
延長 (km)		99	327	177
工期		1976-1991	1979-1991	1995-2002
規格	軌間 (mm)	1,435	1,435	1,435
	設計最高速度 (km/h)	300	300	330
	営業最高速度 (km/h)	280	280	300
	最小曲線半径 (m)	4,670	4,670	4,000
	最小縦曲線半径 (m)	22,000	22,000	11,500
	最大カント (mm)	160	160	160
	許容カント不足 (mm)	100	100	150
	最急勾配 (1/1000)	12.5	12.5	40
	軌道中心間隔 (m)	4.7	4.7	4.5
	車体幅 (m)	3.1	3.1	3.1
	設計荷重 (トン)	19.5	19.5	16
	施工基面幅 (m)	13.7	13.7	12.1
	複線トンネル断面 (m ²)	82	82	92
	複線トンネル断面 (m ²)	82	82	92
構造	土工 (km)	64 (65%)	177 (54%)	126 (75%)
	橋梁・高架橋 (km)	5 (5%)	30 (9%)	6 (3%)
	トンネル (km)	30 (30%)	120 (37%)	47 (22%)
軌道	構造	バラスト	バラスト	スラブ
き電	き電電圧	AC 25 kV 162/3 Hz	AC 25 kV 162/3 Hz	AC 25 kV 162/3 Hz
	き電方式	直接	直接	直接
電車線	電車線方式	変 Y シンプル	変 Y シンプル	変 Y シンプル
	総張力 (kN)	30	30	48
	総断面積 (mm ²)	190	190	240
	径間長 (m)	65	65	70
	トロリー線波動伝搬速度 (km/h)	427	427	569
信号	信号方式	車内信号	車内信号	車内信号
	列車制御	LZB	LZB	LZB
	列車検知	無絶縁 軌道回路	無絶縁 軌道回路	無絶縁 軌道回路
	逆線運転	可	可	可
	在来線乗入	可	可	可
備考		旅客貨物両用	旅客貨物両用	旅客貨物両用

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社 (2015 年)

(4) アジア

表 1.9 : アジアの高速鉄道の規格

国名		韓国	台湾	中国
区間		ソウル・釜山	台北・佐営	北京・上海
延長 (km)		412	345	1318
工期		1992-2010	1999-2006	2008-2011
規格	軌間 (mm)	1,435	1,435	1,435
	設計最高速度 (km/h)	350	350	380
	営業最高速度 (km/h)	300	300	350
	最小曲線半径 (m)	7,000	6,250	9,000
	最小縦曲線半径 (m)	25,000	25,000	25,000
	最大カント (mm)	180	NA	180
	許容カント不足 (mm)	90	NA	80
	最急勾配 (1/1000)	15	25	20
	軌道中心間隔 (m)	5.0	4.5	5.0
	車体幅 (m)	2.9	3.4	NA
	設計荷重 (トン)	17	25.5	20
	施工基面幅 (m)	14.0	13.0	13.8
	複線トンネル断面 (m ²)	107	90	100
構造	土工 (km)	111 (27%)	33 (10%)	1,140 (87%)
	橋梁・高架橋 (km)	112 (27%)	247 (72%)	162 (12%)
	トンネル (km)	189 (46%)	65 (19%)	16 (1%)
軌道	構造	スラブ/バラスト	スラブ/バラスト	スラブ/バラスト
き電	き電電圧	AC 25 kV 60 Hz	AC 25 kV 60 Hz	AC 25 kV 50 Hz
	き電方式	AT	AT	AT
電車線	電車線方式	シンプル	ヘビー コンパウンド	変 Y シンプル
	総張力 (kN)	34	NA	NA
	総断面積 (mm ²)	215	NA	NA
	径間長 (m)	63	NA	NA
	トロリー線波動伝搬速度 (km/h)	441	NA	NA
信号	信号方式	車内信号	車内信号	車内信号
	列車制御	ATC	ATC	CTC3
	列車検知	無絶縁 軌道回路	有絶縁 軌道回路	無絶縁 軌道回路
	逆線運転	可	可	可
	在来線乗入	不可	不可	可
備考		旅客専用	旅客専用	旅客専用用

出典：「世界の鉄道」ダイヤモンド社 (2015 年)

1.2.4 ベトナム高速鉄道の規格

ベトナム高速鉄道に好ましい規格と、その理由を次に掲げる（詳細は、3章の3.1 建設基準を参照）。

表 1.10：ベトナム高速鉄道への推奨規格

No.	技術規格		理由
1	設計最高速度	350 km/h	世界で一般的な設計最高速度である。
2	運行最高速度	320 km/h	日欧で実現されている最高速度である。
3	設計荷重	P-16	旅客専用線とし建設費を下げる。新幹線の一般的な荷重とし、車両選択の柔軟性に配慮。
4	軌道中心間隔	4.3 m	欧州の高速鉄道より小さく経済的である。新幹線での実績がある。
5	最小曲線半径	6,000 m	設計最高速度に対応した半径とする。
6	最大カント	180 mm	乗り心地と転倒への安全性を考慮し、新幹線と同じ値とする。
7	最急勾配	15/1000	列車の走行性と建設費との調和が図れる。日本の新幹線の標準的な勾配である。
8	施工基面幅	11.7 m	用地幅を狭く、構造物価格を安くできる施工基面幅である。新幹線での実績がある。
9	軌道構造	バラスト/ スラブ	土構造物上では将来の沈下を考慮しバラスト軌道、トンネルや高架橋上は保守費の安いスラブ軌道とする。
9-1	レール	60 kg/m	重量レールとすることで保守費を低減できる。新幹線での実績がある。
9-2	分岐器	#18	列車通過速度と保守性を考慮して、新幹線で採用している分岐器である。
9-3	バラスト厚とスラブ版	300 mm /枠型スラブ	新幹線での実績のある枕木下バラスト厚である。枠型スラブは建設費と保守費を低減できる。
9-4	枕木	43 本/25 m	新幹線での実績がある枕木間隔である。
10	トンネル断面	64 m ²	欧州高速鉄道より小さくて工事費が安い。新幹線での実績がある複線トンネル断面である。
11	信号	VHSR-ATC (デジタル無線 ATC)	双方向運転を経済的に実現する改良型 ATC。実績はないが、プロトタイプが東北新幹線に付置され、今後確認試験が行われる。
12	通信	デジタル列車無線	線路に沿った LCX (漏洩同軸ケーブル) により、地上側と列車側との通信が連続的かつ安定的に可能である。
13	電力	AC 25 kV	高電圧ゆえに変電所間隔を長くでき、建設費と運営費を節減できる。新幹線での実績がある。

出典：JICA 調査団

1.2.5 高速鉄道の建設費

(1) 建設費に影響する要因

高速鉄道の建設費は、環境と技術によって左右される。前者には騒音基準、耐震対策、地盤条件等がある。後者には車両、構造物の諸元、構造形式寸法等がある。これらを表にまとめると次のようになる。

表 1.11：高速鉄道の建設費に影響する要因

要因		建設費への影響
環境	騒音基準	騒音基準が厳しければ高い防音壁を要し、これを支える頑丈な構造物となる。
	耐震対策	大きな地震に耐えるには頑丈な構造物を要する。
	地盤条件	柔らかな地盤では、杭などの基礎構造物が大きくなる。
技術	構造物の諸元	軌道中心間隔や施工基面幅が大きければ、工事費が増える。
	軸重	車両が重ければ、頑丈な構造物を要する。
	トンネル形式	大断面トンネルは高価になる。また複線トンネルより、2本の単線トンネルの方が高くなる。
	高架橋形式	構造物の不静定次数が低いと、構造物の材料費が高くなる。

出典：JICA 調査団

これらの要因のうち、建設費への影響を検討するのは、技術的な課題に限る。この理由は、鉄道建設において騒音や地盤などの環境関連事項への対応方法は、どのような鉄道でも大差なく工事費への影響も同程度であるためである。

(2) 高架橋建設費

典型的な日本の高架橋として、軸重 11.4 t、施工基面幅 11.2 m、設計震度 1,700 gal、杭長 40 m、延長 70 m（ラーメン高架橋 60 m と調整桁 10 m）の高架橋を考える。コンクリート量は全体で 1,303 m³ で、365 m³（全体の 28%）の床版コンクリートを含む。

上記の構造を、欧州及び中国で一般的な軸重 19.5 t、施工基面幅 14.2 m と比べる。

1) 軸重の影響

軸重が大きければ床版を支える縦梁に影響する。比較設計によれば、軸重の増加で幅 0.8 m の縦梁の桁高が 1.4 m から 1.6 m へと 0.2 m 高くなる。縦梁は 2 本ゆえ、コンクリート量は延長 1 m あたり 0.32 m³（=0.2*0.8*2）増加する。全体では 2%（=0.32*70/1303）コンクリート量が増える。

2) 施工基面幅

施工基面幅が異なれば、床版のコンクリート量は 27% 変わる（= (14.2-11.2)/11.2）。

前述のように、全体に対する床版のコンクリート量は 28% である。したがってコンクリート量の差は 8%（= (0.28*0.27)）である。これが施工基面幅の影響である。

3) 合算

結果として、建設費はコンクリート量に比例すると仮定し、建設費の差は 10 % (=2+8) となる。

(3) トンネル建設費

トンネルの工事費は、純工事費 76%、現場管理費 17%、一般管理費 7%程度である。純工事費は、材料費、労務費、機械損料その他からなり、それぞれは 40%、20%、40%を占め、これらはトンネルの断面積に比例する。

日本方式のトンネルである断面積 62.8 m²の複線トンネルを基準とすれば、中国方式の断面積 107 m²の複線トンネルの断面積は 107/62.8=1.70 倍となる。

また欧州方式のトンネルは、断面積 70-100 m²の複線トンネルや断面積 70 m²の単線トンネル 2 本と様々である。複線トンネルの断面積は中国と大差ないので、ここでは単線トンネル 2 本を欧州方式と呼び、日本方式と比較する。70 m²の単線トンネル 2 本とした場合、断面積は 2.23 倍となる。この断面積比が価格比と考える。

また、トンネルを高速列車が通過すると、微気圧波が生じて衝撃音が発生することがある。これを防ぐにはトンネルの出入口に緩衝工を設ける。この必要性はトンネルの断面積、延長、軌道構造によって左右され、日本に限らず欧州や中国のトンネルにも適用されている。

(4) 土構造物建設費

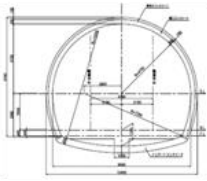
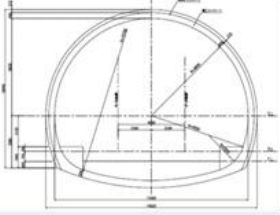
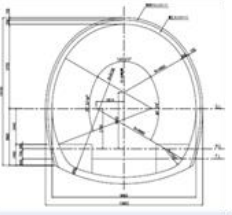
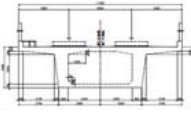
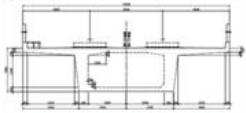
延長 797 km の土構造物区間があり、ここでも施工基面幅が変われば建設費に影響する。仮に盛土高を 5 m と仮定すれば、日本方式は他の方式より 15%施工数量が減る。

(5) ベトナムに適用した場合の比較

ハノイ - ホーチミン間 1,541 km には、高架橋 886 km、トンネル 178 km、土構造物区間 457 km を含む（駅部延長を除く）。これらに建設費単価を乗ずれば、設計条件が建設費に及ぼす影響を算定できる。

比較したトンネルと高架橋の断面を次表に示す。

表 1.12 : 断面の比較

		Japan	China	Europe
Tunnel	Sectional view			
	Sectional area	Double Track 63m ²	Double Track 107m ²	Single Track 70m ² X 2 =140m ²
Viaduct	Sectional view			
	Formation width Axle load	11.2 m 11.4 t	14.2 m 19.5 t	

出典：海外における高速鉄道の建設（国土交通省、2010 年）を参照

1.3 高速鉄道線と在来線の役割分担

1.3.1 前回調査の要旨

(1) 在来線の改良レベル

前回調査では、高速鉄道と在来線を含む南北回廊の鉄道整備に関し、次表に示す4つの在来線改良レベルが検討された。

表 1.13 : 在来線の改良レベル

レベル	概要
A1	- 安全運行のための最小限の改良（進行中の承認されたプロジェクト） - 最高運転速度 90 km/h（ハノイーホーチミン間 29.1 時間） - 線路容量 32 本／日
A2	- 在来線を単線としての輸送力を最大まで増強 - 最高運転速度 90 km/h（ハノイーホーチミン間 25.4 時間） - 線路容量 50 本／日
B1	- メートル軌による複線化 - 最高運転速度 120 km/h（ハノイーホーチミン間 15.6 時間） - 線路容量 116 本／日
B2	- 標準軌による複線化 - 最高運転速度 150 km/h（ハノイーホーチミン間 12.7 時間） - 線路容量 122 本／日

出典：前回調査（JICA、2013）

(2) 輸送需要

前回調査での 2030 年の鉄道需要は、下表のように想定された。最も需要が大きいのは、北部のハノイ - タンホア（Thanh Hoa）区間で、旅客列車 24 本、貨物列車 56 本、計 80 本である。これに対し、2018 年時点の列車運行本数は 32 本/日である。

表 1.14 : 2030 年の需要想定（列車本数／日）

区間		在来線		高速鉄道
		旅客	貨物	
北部	Hanoi - Thanh Hoa	24	56	101
	Thanh Hoa - Vinh	20	54	92
中部	Vinh - Hue	21	53	85
	Hue - Da Nang	21	51	91
	Da Nang - Nha Trang	23	45	110
南部	Nha Trang - Phan Thiet	22	26	111
	Phan Thiet - Ho Chi Minh	24	27	108

注：Hanoi（ハノイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Ho Chi Minh（ホーチミン）

出典：前回調査（JICA、2013）

(3) 輸送力と所要投資額

各レベルの輸送力と所要投資額は、次表のように取りまとめられている。

表 1.15 : 在来線改良レベルごとの輸送力と所要投資額

改良レベル		A1	A2	B1	B2
軌道	単線/複線	単線	単線	複線	複線
	非電化/電化	非電化	非電化	非電化	電化
	軌間	1,000	1,000	1,000	1,435
	最小曲線半径	100 (既存)	NA	800	1,200
	新駅	なし	18	なし	なし
最高速度 (km/h)	旅客	90 (既存)	90 (既存)	120	150
	貨物 (バルク)	60 (既存)	60 (既存)	70	80
	貨物 (コンテナ)				120
施設	アライメント改善	なし	Hai Van, Khe Net, Hoa Duyet - Than Luyen ※一部低規格の曲率		
	有効線路長 (m)	350 (既存)			450
線路容量 (便/日)	旅客	22	28	40	42
	貨物	10	32	76	80
	計	32 (既存)	50	116	122
想定投資額 (百万米ドル)		非公開			

出典：前回調査 (JICA、2013)

(4) 方向性

輸送需要と輸送力を対比し、また所要投資額を勘案して、南北回廊の鉄道整備は、次のように方向づけられた。

- 1) 高速鉄道は旅客専用の新線で建設する必要があり、全線の完成は長期の目標となる。
- 2) 在来線の改良は単線の輸送力を最大化する視点で、レベル A2 に示した方向で 2020-25 年までに完了し、この間の旅客、貨物需要に応える。
- 3) 在来線のなかで需要の多い区間では、レベル B1 に示す複線化を行うこともありうる。貨物輸送需要やローカル旅客輸送需要は、適切な時期に更なる検討を要する。

1.3.2 今回の調査

(1) 高速鉄道開業後の在来線

前回調査と同様に今回調査でも、在来鉄道は旅客も貨物も需要が増加し続けると想定された（第 2 章参照）。日本では、新幹線の開業後に並行在来線の需要が落ちて収支採算性が悪化し、在来線の廃止が議論の俎上に上る。しかしベトナムの在来鉄道では、このような懸念はなく、輸送力の増強と高速鉄道との協調が重要となる。

(2) 在来鉄道の増強

表 1.15 のレベル A2 は、単線としての輸送力を最大化とし、行き違い用の新駅設置 18 箇所を盛り込み、信号等の改良も加えて、線路容量を 50 本/日に向上するものである。その後の対策としてはレベル B1 があり、これは全線を複線化するものである。線路容量の少ない箇所から、新駅あるいは信号場を設置などの段階的な改良が有効である。

さらに効果的な輸送力を確保するために、次のような方針が好ましい。

- 旅客需要を高速鉄道へ積極的・戦略的に誘導して、その分の線路容量を貨物輸送に振り向ける
- 線路容量増大のために投資した設備能力を最大限に活用する。

下表は需要予測値と線路容量の考えを示す。2030 年の想定需要は旅客列車 24 本/日と貨物列車 56 本/日の合計 80 本/日である。しかし旅客需要の半分の 12 本を高速鉄道に誘導できれば、在来線に求められる線路容量は 68 本/日となる。この目標とする線路容量をターゲット容量と表現する。ターゲット容量を満たすための方策として、レベル B1 に含まれるメニューの一部を実行すればよい。

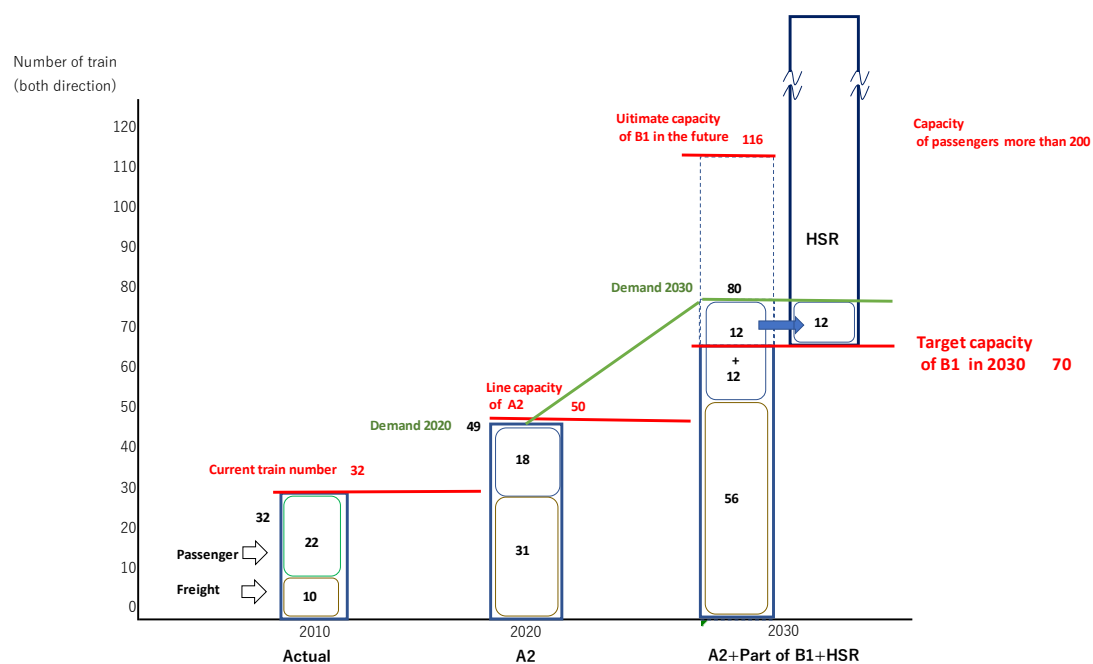
表 1.16：需要予測と線路容量（列車本数/日）

年	需要			線路容量			
	旅客	貨物	計	整備レベル	旅客	貨物	計
2010	22	10	32	A1	22	10	32
2020	18	31	49	A2			50
2030	24	56	80	A2（一部 B1）	12	56	68
				HSR	12		12

注：2030 年における高速鉄道の線路容量は 200 便/日以上となる。

出典：前回調査（JICA、2013）

図 1.8 は、これを図化したものである。2030 年に営業を開始する高速鉄道に乗客を誘導するほど、在来線の負荷は減る。結果として B1 への投資を遅らせることが可能になる。このための課題は高速鉄道への旅客誘導策である。



出典：前回調査（JICA、2013）を基に JICA 調査団

図 1.8：ターゲット容量

1.3.3 高速鉄道への誘導

旅客需要を高速鉄道へ誘導できれば、在来線での旅客列車の本数を減じ、貨物列車に割り当てる列車本数を増やすことができる。これは結果として高速鉄道の経営にも寄与する。具体的な誘導方策を下表に示す。

表 1.17：高速鉄道の利用促進策

ニーズの反映
こまめなダイヤ改正の実施（需要の把握、分析）
ニーズへの積極的な対応
- 各種割引 - 他輸送機関との連携 - 広報
参考 新幹線の主な割引乗車券
- 特定時間帯を対象 - 特定期間・季節を対象 - 特定区間を対象 - 特定利用者を対象 - 乗り継ぎ客を対象 - 他の機関（ホテル、レンタカーなど）とのセット商品化

出典：JICA 調査団

高速鉄道は複線であるから、単線の在来線に比べれば、列車ダイヤを設定する自由度が遥かに大きい。換言すれば、旅客のニーズを的確に捉え、これをダイヤに反映することで多く

の旅客を呼び込める。そのためには、継続的に乗車券の販売実績データを収集して分析し、また利用者の意向を調査する。これらのデータからは需要の動向が把握でき、ダイヤの改善点が明確になる。利用者の関心が高い事項は、始発列車や終着列車の発車・到着時刻と運行区間、急行列車の通過駅や停車駅などがある。これらを反映したダイヤ改正を定期的に行ない、予備編成を用いた臨時列車の設定をこまめに行うことの効果は大きい。

JR はダイヤ改正を毎年実施するが、そのなかには多くの臨時列車の計画が含まれている。計画のベースは、季節、曜日、時間帯などの蓄積された情報であり、日々の運行ダイヤに反映される。また、各種の割引や宿泊施設等との共同企画、広告宣伝も高速鉄道への誘導効果が大きい。参考に新幹線の主な割引乗車券の例を上表に示した。主に新幹線利用の少ない時間帯や利用の少ない区間の利用増を目的としたもの、在来線から新幹線への乗り継ぎの利便を図ったもの、通勤通学者を対象としたものなどである。

1.3.4 レベル B1 のなかでの優先順位

B1 の基本は在来線の部分複線化による線路容量の増加であり、隘路区間から段階的に行うものである。通常、隘路区間は駅間所要時間が長く、多くの場合駅間距離が長い個所である。下表は在来線の曲線の状況を示す。半径 1,200 m 以上の曲線区間と直線区間の合計は全区間の 78.9% を占める。これらの区間では将来的にも大きく線形が変化する可能性は小さく、駅の設置や部分複線化があっても手戻りになる可能性は少ないと考えられる。

表 1.18 : 在来線の曲線の状況

曲線半径	数	曲線長(km)	割合 (%)	割合 (計)
$R \leq 300$ m	267	38.8	2.2	21.1
$300 \text{ m} \leq R < 800$ m	841	214.7	12.4	
$800 \text{ m} \leq R < 1,200$ m	421	110.3	6.4	
$1,200 \text{ m} \leq R$	232	31.2	1.8	78.9
直線		1,331.10	77.1	
計		1,726.10	100.0	100

出典：前回調査（JICA、2013）

駅の構内配線、信号、分岐器、車両などの個々の設備の能力を最大限に用いるようダイヤを工夫することも線路容量の増大につながる。さらには貨物駅の設置やコンテナ化など抜本的な貨物の輸送方式の改善も重要である。これらは、貨物列車の途中駅停車時間や入替えのための時間の短縮・削減など線路容量の増大にも寄与する。

1.4 高速鉄道線での客貨混合運転の検討

1.4.1 概要

ここでは旅客専用鉄道として計画されているハノイーホーチミン間の高速鉄道の線路上で貨物列車を運行することの妥当性を検討する。世界的に見て、高速鉄道上で貨物列車を運行する例は少ない。この理由は、概ね次のとおりである。

- 1) 高速旅客列車との速度差が大きい貨物列車を走らせれば、その線で走行可能な列車本数が大幅に低下する。
- 2) 高速列車の運行に伴う列車風により、対向線の貨車で荷崩れを生じ、荷物は飛散あるいは落下して大事故につながる可能性がある。

本稿では、これらの課題について述べるとともに、ベトナム高速鉄道で実際に貨物輸送を行うとした場合の運行形態、所要設備、所要投資額についても、次の観点から検討を行う。

- 1) 諸外国の例
- 2) 高速鉄道線上での貨物輸送の考え方
- 3) 貨物輸送設備
- 4) 車両
- 5) 列車ダイヤ
- 6) 所要投資額

1.4.2 技術的課題

(1) 速度差の大きな列車を走らせることによる運行本数の減少

表定速度が 300 km/h の高速旅客列車と 100 km/h の貨物列車を、駅間 50 km 及び 100 km の区間で、同一方向に、交互に走行することを考える。

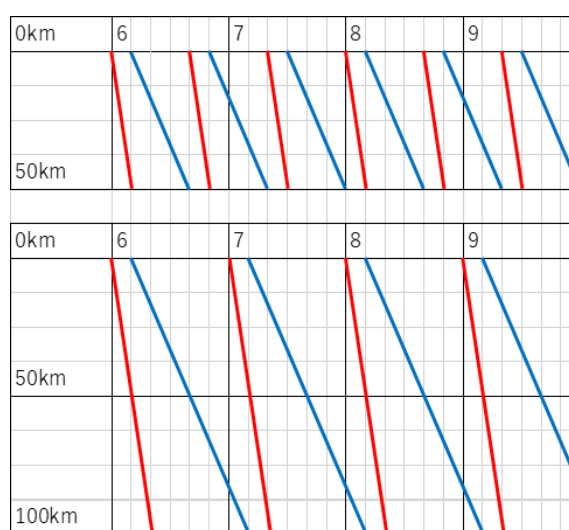
高速旅客列車は $50/300 \times 60 = 10$ 分で次駅に到着し、貨物列車は $50/100 \times 60 = 30$ 分を要する。列車間隔は 10 分とする。

図は上段が駅間距離 50 km、下段が 100 km の場合の列車ダイヤである。

駅間 50 km なら 2 時間内に旅客列車 3 本、貨物列車 3 本の合計 6 本、1 時間あたりでは各 1.5 本となる。

駅間 100 km の場合は、1 時間に旅客列車と貨物列車を、各 1 本を設定できる。

ベトナムの南北高速鉄道は、1,541 km の区間に 23 駅を想定し、平均駅間距離は 70 km である。列車本数を増やすには、多くの駅を設けて駅間距離を短くし、そこで旅客列車が貨物列車を追い越す設備を要する。この場合、列車ダイヤの作成が困難になる。単に列車本数を増やすだけなら、高速旅客列車の速度を下げればよいが、それでは高速鉄道を建設する意義がなくなる。



注：赤線は高速列車、青線は貨物列車を示す。
出典：JICA 調査団

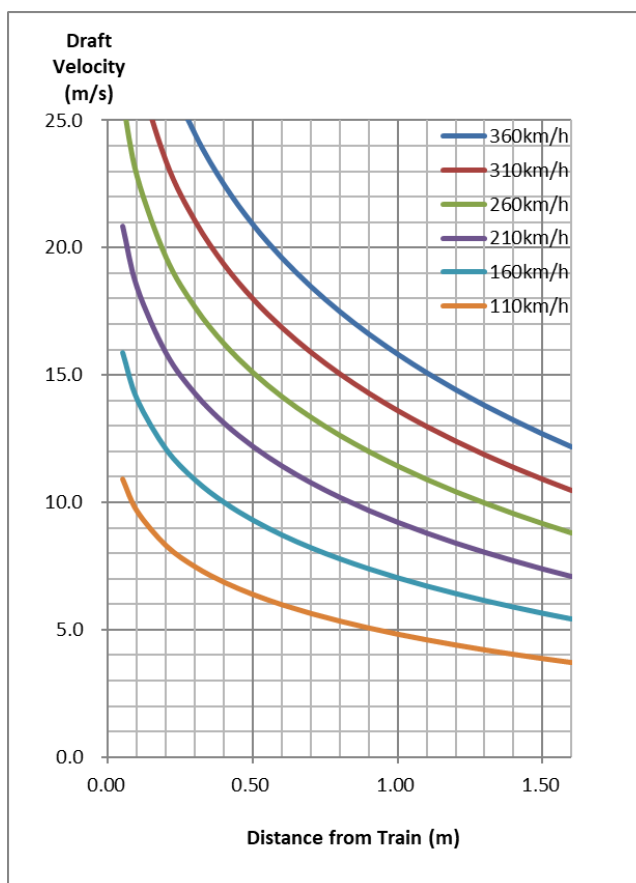
図 1.9：設定可能な列車本数

(2) 高速旅客列車の運転で生じる列車風の影響

高速列車が通過する際、周囲に強い風を起こす。この風は列車風と呼ばれる。列車風は列車の先頭が近づくとつれ増加し、先頭部では列車進行方向の風となる。列車風のピークは、列車の先頭部通過時と、後尾部通過時に生じる。先頭部通過時には、急速に風速が高まり、後尾部通過時には持続的な変動がある。この列車風や、列車すれ違い時の圧力変動は、特にトンネル部で大きい。

高速走行する旅客列車の列車風が貨物列車の積載物に作用すれば、荷崩れを起こし、落下して大災害に結びつく可能性がある。

本件は貨物列車が積載するコンテナの信頼性とも関連する。鉄道事業者は車両を点検整備するが、コンテナの維持管理は所有者の義務である。このため鉄道事業者はコンテナの状態に関する責任を負えない立場にある。この解決策としては、周囲を覆った貨車の中にコンテナを押し込むような運送方式が必要となる。



出典：日本風工学会誌第2012年37巻3号 p.198-203「列車走行に伴う風」にある鉄道総研発表の経験式をもとに JICA 調査団作成

図 1.10：列車風

(3) 諸外国の事例

諸外国の高速鉄道における貨物輸送に関する考え方を次表に示す。

表 1.19 : 高速鉄道上での貨物輸送に関する考え方

Country (Line)	Current situation		Background
	Operation Speed	Safety measures	
Germany (Neu Bau Strecke)	ICE High-speed 250-300km/h IC Locomotive 200km/h Freight 120km/h Parcel IC 160km/h	• Passenger trains run during the daytime, and freight trains run at night. • Train dispatchers control signals getting the information through train detection system.	• There is a law which prohibits the passing by operation relying only on human attention. • Accidents of freight train such as fire and falling cargo are considered to be most dangerous.
France (Ligne a Grande Vitesse)	TGV 300-320km/h TGV La Post 270km/h	• Only La Post runs which has same weight and speed with TGV.	• Train operation with speed difference decreases the line capacity. • Heavy freight train increases track maintenance work unless speed is reduced.
Italy (Direttissima)	Trenitalia/NTV 250-300km/h Freight 90-120km/h	• Monitors are installed to check freight trains such as loads, door of rolling stock, possible fires, and temperature of axles etc.	• Only express cargo trains are allowed to operate on high-speed line.
China	CRH 250-350km/h	• N/A	• There are some sections where freight trains are designed to run on the line at speeds exceeding 250 km/h.
Japan	Shinkansen 260-320km/h	• Shinkansen reduces its speed to less than 140km/h in the Seikan tunnel.	• Almost all sections of the high-speed line are for passenger dedicated service • However, the Seikan Tunnel, which connects Honshu and Hokkaido, the Shinkansen and the conventional line must share the track.

出典：JICA 調査団

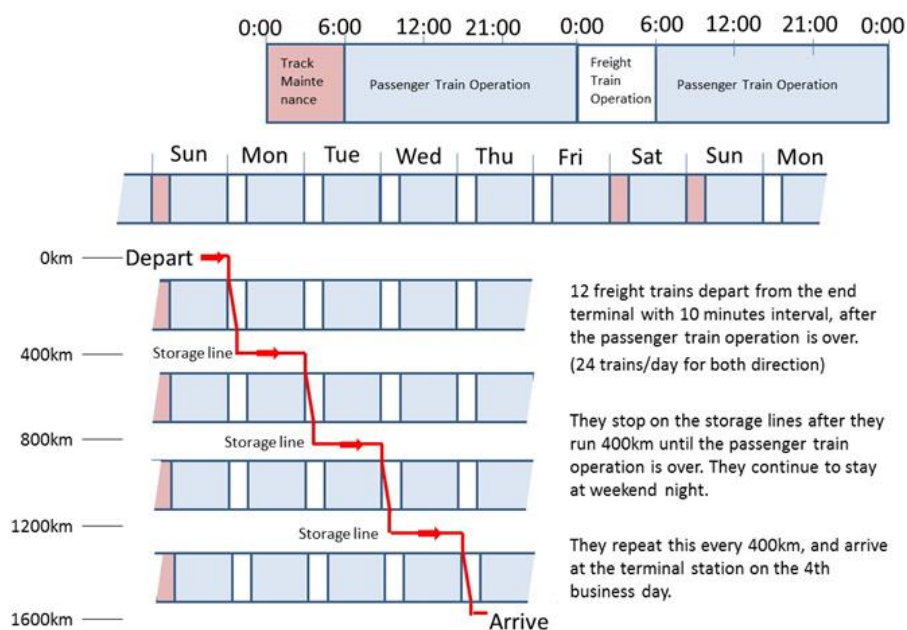
上表のとおり日本とフランスは高速鉄道線を旅客専用とし、貨物列車は運行していない。これに対しドイツやイタリアは旅客列車と貨物列車を走らせている。しかし、これらの国も安全上の理由から旅客列車は昼間、貨物列車は夜間、と運行時間帯を分けている。いずれにしても、高速旅客列車とすれ違うような形態での貨物列車の運行は行われていない。さらにドイツにおいては旅客列車と貨物列車のすれ違い防止を人間の注意力のみに頼ることは法律上禁止されており、指令所において機械的に警報表示するシステムを導入するなどのハード面の対応も検討されている。

1.4.3 VHSR への適用

(1) 高速鉄道線上での貨物輸送の考え方

旅客列車と貨物列車とを高速鉄道線上で運行する場合の安全性から見て、貨物列車の運行には、次の条件を設ける。

- 1) 貨物列車の運行は、旅客列車の運行時間帯には行わない。
- 2) 旅客列車は朝 6 時から 24 時の 18 時間運行し、貨物列車は 0 時から 6 時の 6 時間の運行とする。
- 3) 土曜日及び日曜日は線路保守のため貨物列車を運行しない。すなわち貨物列車の運行は、月曜から金曜日の夜間に限定する。
- 4) 貨物列車の表定速度は 100 km/h と想定する。
- 5) 貨物列車はコンテナ専用列車とする。



出典：JICA 調査団

図 1.11：貨物列車の運行イメージ

この前提に立てば、貨物列車は夜間に 400 km 走行して留置線で停車して旅客列車に追い越され、翌日の 24 時以降に再度 400 km を走行してまた停車する。これを繰り返して、1,541 km を走破する。結果として、ハノイ地区を出発した貨物列車は、3 泊 4 日をかけてホーチミン地区に到着する。途中の停車時間が長いので、始発駅から終着駅までの平均速度は 20 km/h 程度となり、在来線でのそれと変わらない。

この運転方式により、10 分間隔で運行すれば、1 日に片道 12 本の貨物列車を運転できる。貨物列車の運行に必要な設備は、ハノイ地区とホーチミン地区のそれぞれに設ける貨物駅と 400 km 間隔に置く 3 か所の留置線である。車両は予備を含め、電気機関車が 102 両、構内入替え用ディーゼル機関車が 8 両、コンテナ用貨車が 2,424 両となる。

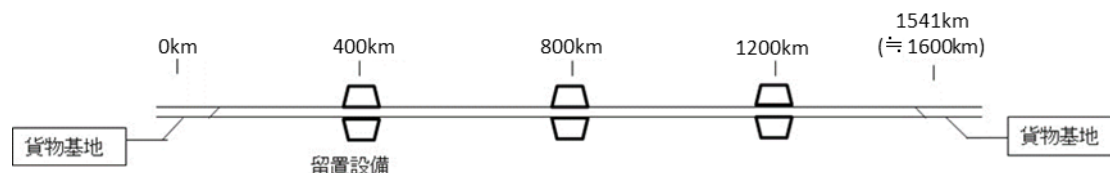
貨物列車を安全に運行するための留意事項は、次のとおりである。

- 1) 線路の設計条件を超えないよう、コンテナの重量と積荷に偏りのないことを確認する。また積荷の落下がないよう、コンテナ扉の施錠を確認する。
- 2) ブレーキシュー等の脱落や車軸の折損等がないよう、機関車と貨車の整備水準を高速旅客列車と同等に高める。
- 3) 貨物列車の最高運転速度は、重量のある貨車を機関車で牽引するという特性のため、世界的に見ても 120 km/h～160 km/h に過ぎない。この場合、表定速度は 100 km/h 程度なので、一晩の間に運転できる距離は 400 km 程度である。そして旅客列車が走る昼間は、400 km 地点毎に設ける留置線上に停車する。

(2) 貨物輸送設備

ここでは貨物輸送の需要がハノイ、ホーチミンだけで発生し、中間での荷扱いがない直行貨物列車だけを想定する。これら両地区には検修設備のあるコンテナ荷役のための貨物駅を設ける。また前述の貨物列車留置線を 400 km 毎に設ける。

これら設備の配置は、次図のとおりである。



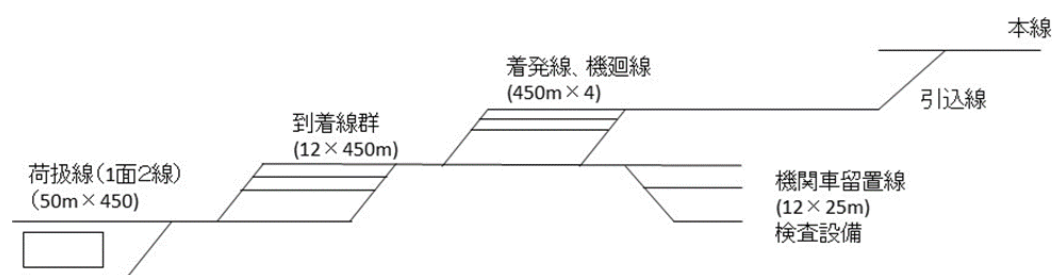
出典：JICA 調査団

図 1.12：貨物設備の配置図

貨物輸送設備の諸元は次のように想定する。

- 1) 貨物設備の線路有効長は、将来の高速旅客列車 16 両を念頭に置き、450 m とする。
- 2) 貨物列車は 10 分間隔で一晩に片道 12 本を運行する。したがって 12 本の留置線を要する。
- 3) 貨物駅には、コンテナ取扱い設備と車両検査設備を置く。
- 4) 本線から到着線までは電化、それ以外は非電化とする。これは荷役作業の安全のためである。

貨物基地と車両基地の配線略図を次に示す。



出典：JICA 調査団

図 1.13：貨物基地と車両基地の配線

荷役作業は次の手順による。

- 1) コンテナ列車の到着後、一旦は到着線群に移動して機関車を離し、荷扱線が空くまで待機する。
- 2) 機関車は機関車留置線に移動して検査を受ける。
- 3) 荷扱線が空けば、構内入れ替え用機関車で、荷扱線に移動する。
- 4) 荷扱線ではクレーンやリフトを用いてコンテナの取り卸しと積み込み作業を行う。

- 5) 作業の完了後、構内入替え用の機関車で留置線に移動し、着発線が空くまで待機する。
- 6) 着発線が空けば、機関車を連結して、着発線に移動する。
- 7) 所定の時間になれば発車する。

(3) 車両

高速鉄道線上での貨物列車は、電気機関車牽引によるコンテナ貨物輸送とし、車両は、高速鉄道に想定されている線路規格に適合したものとする。具体的には次の要件を満たす車両とする。

- 1) 表定速度 100 km/h を可能とする
- 2) 最大軸重は機関車・貨車とも 17 トン以内とする
- 3) 最急勾配は 15‰を登坂する

これらの要件に対応し、日本の青函トンネルで使用している EH800 を標準軌化した機関車を想定する。機関車の諸元は次のとおりである。

表 1.20 : 高速鉄道用機関車の諸元

機関車：車青函用 EH800 標準軌化・出力増強		貨車：海上コンテナ用コキ 200 標準軌化	
全長	25,000 mm (2 車体 8 軸)	全長	15,000 mm
出力	4,800 kW (EH800 の 20%アップ)		
軸重	17 トン (EH800 は 16.8 トン)	最大軸重	16.25 トン (20 フィート満 2 個)
起動牽引力	412 kN (EH800 と同じ)		
総重量	136 トン	最大重量	65 トン (自重 17 トン、同上)

注：20 フィート満載は 24 トン、40 フィート満載 30.48 トンとした。

出典：JICA 調査団

機関車の軸重を高速鉄道より 1 トン重い 17 トンとするのは、重量貨物列車を牽引する最小限度と考えるからである。これは結果として構造物の建設費増につながる。

コンテナの最大総重量は、ISO 規格のコンテナは、20 フィートも 40 フィートも 30.48 トンである。ここでは鉄道の輸送効率を上げることを念頭に、機関車の軸重とバランスする 24 トンのコンテナ 2 個を貨車一両に積載することを想定した。仮に 24 トンを上回るコンテナがあれば、1 貨車に 1 コンテナだけを積むことで輸送できる。これを行うにはコンテナ重量を測定する設備を要する。

貨物列車は、機関車 1 両とコンテナ貨車 24 両からなり、編成の全長は 385 m (救援・回送などで機関車重連とした場合 410 m) となる。列車としての運用中は固定編成とする。貨車を 24 両とするのは、できるだけ多くの貨車を連結し、車両故障が発生した場合に最寄り旅客駅の副本線等に停めるためである。また他の機関車の連結も想定している。

列車が 15‰の勾配中に停止した場合でも、再起動できるだけのパワーが高速鉄道全線で走行するために必要である。このために、コンテナ自重を含むコンテナ荷重の合計を、1,000 トンに抑える。

出典：JR 西日本⁴

図 1.14：青函トンネル用 EH800

出典：川崎重工⁵

図 1.15：コキ 200

(4) 列車ダイヤ⁶

次図は貨物列車の週間ダイヤを示す。月曜 0 時にハノイを出発した列車は、76 時間（3 日と 4 時間）をかけてホーチミンに達する。土曜と日曜の夜は、線路の保守作業のために列車を運行しない。したがって水曜日以降に出発する列車は、最長 142 時間の長い時間を要する。途中での停車時間が長いため、起終点間の平均速度は 21 km/h 以下であり、在来線による現在のハノイ－ホーチミン間の輸送速度と同程度である。また運転時隔は 10 分を想定しており、これは片道 12 本/日の運行になる。

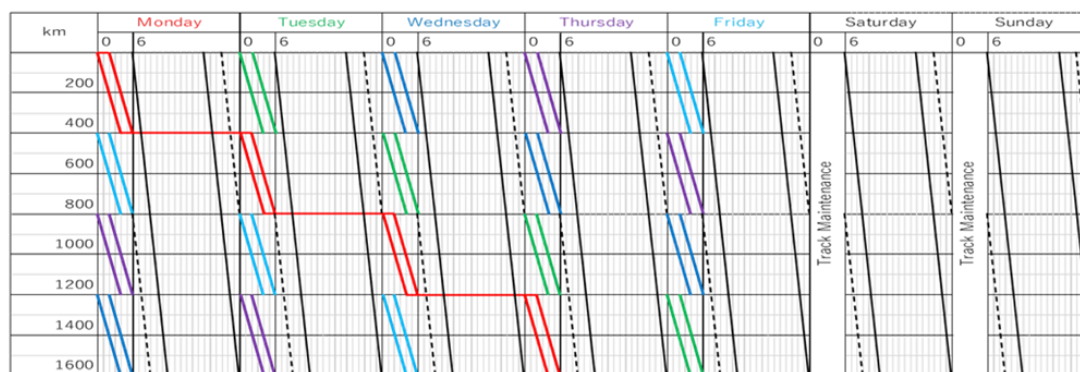
Assumptions

Distance between yard: 400km
 Scheduled speed: 100km/h
 Service time: 0:00-6:00
 Train interval: 10 minute

Capacity and Resource (Two direction)

Number of train: 12 train/day/direction
 Driving time: 76-142 hour
 Effective (Average) speed: 21-11 km/h
 12 train set X 4 days X 2 direction + reservation = 110 set
 12 storage track X 3 intermediate yard X 2 direction = 72 track
 2 freight terminal (Hanoi and HCMC)

Freight Service on HSR line (400 km of yard distance)



注：1 日に稼働する列車本数は、12 列車/片道*4 区間*2 往復=96 列車

出典：JICA 調査団

図 1.16：週間列車ダイヤ

⁴ https://www.excite.co.jp/news/article/Trafficnews_79034/ (2019 年 7 月 1 日参照)

⁵ <https://www.khi.co.jp/mobility/rail/locomotive.html> (2019 年 7 月 8 日参照)

⁶ ここでは検討を単純化するため、ハノイ－ホーチミン間の距離を 1,600 km とした。

(5) 所要投資

貨物列車運行に必要な設備に要する投資は、次のように見込まれる。

表 1.21 : 貨物設備投資額

		単価	数量	単価	計 (百万米ドル)	備考
車両	機関車	非公開				
	入替機関車					
	貨車					
地上設備	貨物駅					
	留置設備					
	車両検修設備					
小計						
	その他					
合計						

出典：JICA 調査団

貨物駅の単価が留置設備よりも低いのは、貨物駅の留置線数が 12 本であるのに対し、留置設備は往復方向の列車 24 本を要するからである。

この設備による輸送力は、次のようになる。

- 1 列車の最大輸送量：1,046 トン
(貨車 1 両に 20 フィートコンテナ 2 個、コンテナ内の荷物最大重量 21.8 トン)
- 年間の往復輸送量：6.5 百万トン
(1 週間の稼働が 5 日ゆえ、 $1,046 \text{ t/train} * 12 \text{ train/day} * 365 \text{ day} * 5/7 * 2$)

積載効率を 70%と仮定すれば、輸送量は年間往復 4.55 百万トン、輸送トンキロは 7,280 百万トンキロである。

これを次表の 2011 年における VNR の輸送実績と比較すれば、高速鉄道貨物の輸送力は輸送トン数で 63%、輸送トンキロで 178%である。

表 1.22 : VNR の輸送実績

		Unit: 1000 VND								
	Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Freight	Transport Volume(ton)	8,281,847	8,771,002	8,687,964	9,153,244	9,019,398	8,387,424	8,159,066	7,774,757	7,197,585
	Transport Volume(ton-Km)	2,674,911,291	2,681,033,130	2,927,527,906	3,446,608,971	3,900,202,927	4,106,128,895	3,807,095,231	3,900,668,605	4,100,545,983
	Average transport distance(Km)	323	306	337	377	432	490	467	502	570
	Revenue	606,033,612	649,609,143	657,852,575	796,597,000	999,393,000	1,189,426,000	1,073,837,000	1,163,146,000	1,566,217,738
Passenger	Transport Volume(passenger)	11,586,383	12,941,137	12,768,570	11,572,796	11,571,232	11,333,806	11,072,375	11,047,729	11,981,849
	Transport Volume(passenger-Km)	4,041,713,827	4,376,385,203	4,557,622,255	4,333,651,433	4,659,483,872	4,492,260,997	4,138,054,317	4,377,860,733	4,571,080,043
	Average transport distance(Km)	349	338	357	374	403	396	374	396	382
	Revenue	1,045,758,007	1,169,779,612	1,274,293,659	1,350,693,000	1,543,225,000	1,726,433,000	1,692,411,000	1,860,482,000	2,360,291,957
Parcel	Transport Volume(ton)	103,155	107,479	98,662	91,062	95,657	92,291	88,397	86,766	87,467
	Transport Volume(ton-Km)	50,517,100	55,166,486	51,764,407	52,498,154	58,733,969	59,153,825	57,443,725	60,196,670	62,024,786
	Revenue	28,372,906	31,942,971	31,993,204	35,315,000	41,268,000	49,443,000	50,077,000	50,165,000	61,235,898
Total	Total revenue	1,680,164,525	1,851,331,726	1,964,139,438	2,182,605,000	2,583,886,000	2,965,302,000	2,816,325,000	3,073,793,000	3,992,394,842

出典：VNR

(6) 貨物輸送の運用保守費

試算した運用保守費は次のとおりである。

表 1.23：貨物輸送の運用保守費の試算

経費	金額 (百万米ドル)	備考
人件費	非公開	
物件費		
動力費		
保守費		
合計		

出典：JICA 調査団

1.4.4 まとめ

高速旅客列車と貨物列車とを同時に走らせれば、それらの速度差により、走行可能な列車本数が極端に少なくなる。また高速列車による風圧により貨車の積載貨物が飛散して大事故につながる可能性がある。このような事情から、旅客列車と貨物列車の走行時間帯を分離し、貨物列車の運行を夜間に限定することはやむを得ない措置である。

ハノイーホーチミン間の距離は 1,541 km と長いので、貨物列車は夜間だけ走行し、日中は留置線で停車する。このため貨物列車のサービス速度は低下し、多くの車両を用いながらも運用効率は下がって投資採算性が悪くなる。

南北鉄道回廊の在来線改良計画としては、前回調査で A1、A2、B1、B2 の整備レベルが提案されている。A2 案は在来線（単線）の容量を最大化して 1 日往復 50 本に高め、ハノイとホーチミンを 25.4 時間で結ぶ。

高速鉄道上の貨物輸送は、ハノイーホーチミン間 76 時間以上、往復列車回数 24 本であり、A2 案よりも明らかに投資効率が低い。

鉄道の能力を最大化するには、同一形式の車両を、同じ速度で走らせることが好ましい。これは高速鉄道線でも在来線でも同じである。在来線貨物列車の速度を通常の旅客列車と同程度まで向上し、あるいは急行列車を高速鉄道線上に移せば、より多くの列車を運行できる。高速鉄道の使命は速達性であり、貨物列車を運行することで機能が妨げられてはならない。

1.5 高速鉄道の整備方式

高速鉄道についての標準的な定義はないが、200 km/h 以上の速度の鉄道と考えてよい。線路規格からみれば、走行安定性から軌間は 1,435 mm 以上、遠心力に対応して最小曲線半径は 2,000 m 以上である。

しかし高速鉄道の建設費は高額であるため、在来線の改良や段階的な建設が提案されている。本節では、前回調査の内容を整理し、これらの提案の実行可能性について、推奨案を示す。

1.5.1 在来線の改良

(1) 軌間変更

メートル軌から標準軌に軌間変更した例がある。日本の秋田新幹線は 127 km あり、列車の運行を継続的にとめながら、5 年を要した。工事期間が長いので、軌間変更は期間中の代替ルートが確保できる区間にだけ適用できる。

(2) 三線軌

軌間変更の代替案として、三線軌化がある。この方式は標準軌上で高速旅客列車を、メートル軌上で貨物列車を走らせることができる。工事区間を短くすれば列車の運行を中止する期間を短くできる。

しかし旅客列車と貨物列車の混合運転は、速度差により線路容量を下げる。旅客列車の速度も制限される。前述の秋田新幹線には三線軌を適用した区間もあり、最高速度 130 km/h、表定速度 85 km/h である。

三線軌の問題の一つに分岐器がある。直線側の速度も制限され、複雑かつ多種類の分岐器は保守を難しくする。また軌道中心がメートル軌と標準軌で異なるので、線路とホームの離隔に注意を要する。橋梁やトンネルの改築が必要な場合もある。

1.5.2 高速鉄道の段階整備

長大な線路では、建設費の調達や施工能力の面から見て、段階的に建設を進めるのは合理的な方策である。

本調査では建設工程を二段階整備ケースと五段階整備ケースとし、それぞれ 2 期 3 区間と 5 期 5 区間に設定して検討している。この考え方は 2.1.1 章に述べている。

短く需要の少ない区間は、単線を敷設し、後に線増することもできる。単線鉄道のコストは、複線の 70%ゆえ、初期投資額を減らせる。一方、将来的には複線化の段階で複線の 70%の経費が再びかかる。そして総工事費は 40%増になる。

1.5.3 速度向上

はじめに 160-200 km/h 対応の設備を建設し、後に速度向上するなら初期投資額を減らすことができる。速度によって初期投資額が変わるのは、曲線半径を小さくできるので路線の選定が容易となるためである。

しかし、出来上がった構造物を、後に高規格化するのは難しい。曲線改良には用地買収や大規模な短絡線の建設が必要となり、多大な資金を要するからである。

1.5.4 まとめ

これまでに述べたように、一旦建設した線路の軌間変更や、線形の改良は難しいと言わざるを得ない。次節では高速対応で建設した路線において、低速度で運行することの妥当性を考察する。

1.6 列車速度による建設費と運営費への影響

1.6.1 建設費

ここでは開業時の列車速度について二つの案を比較する。一つは、はじめから 320 km/h で運行する案である。もう一つは 200 km/h で開業し、10-15 年程度経た後で 320 km/h へと速度を向上する案である。

将来的に 320 km/h で運行するなら、諸設備の耐用年数と取替費用を考慮して建設しておく必要がある。一般に、耐用年数は土木構造物が 50-60 年、送配電設備が 20-40 年、信号設備が 30 年、高速鉄道用の車両が 15-20 年である。

鉄道設備の増強や更新は、列車の運行に支障しないことが重要である。このため旧設備を使いながら新しい設備を搬入し、少しずつ更新する。結果として増強や更新には長期間を要し、経費も新設と同程度になる。ただし車両については、比較的容易に更新が可能である。

(1) 車両費への影響

乗客を運ぶのに必要な列車編成数は、その速度によって変わる。高速列車は、低速列車に比べ、一定時間内により長い距離を走行できる。

1) サイクルタイムの相違と 1 日あたりに可能な往復回数

速度が高ければ、出発駅と到着駅との間のサイクルタイムが短い⁷。結果として、一日に往復できる回数が多い。次表は 2030 年における 320 km/h と 200 km/h との往復回数を示す。

換言すれば、一定数の乗客を運ぶにあたり、高速列車を運行することで、低速列車の運行よりも列車編成数を減らすことができる。⁸

⁷ ランカーブは本報告書 5.1.2 に記載

⁸ 編成数を減らすための工夫としては、ターミナル駅での清掃時間の短縮も効果がある。ここで折り返し時間 40 分を仮定したのはベトナムの実情を反映したもので、日本は 15 分で折り返している。

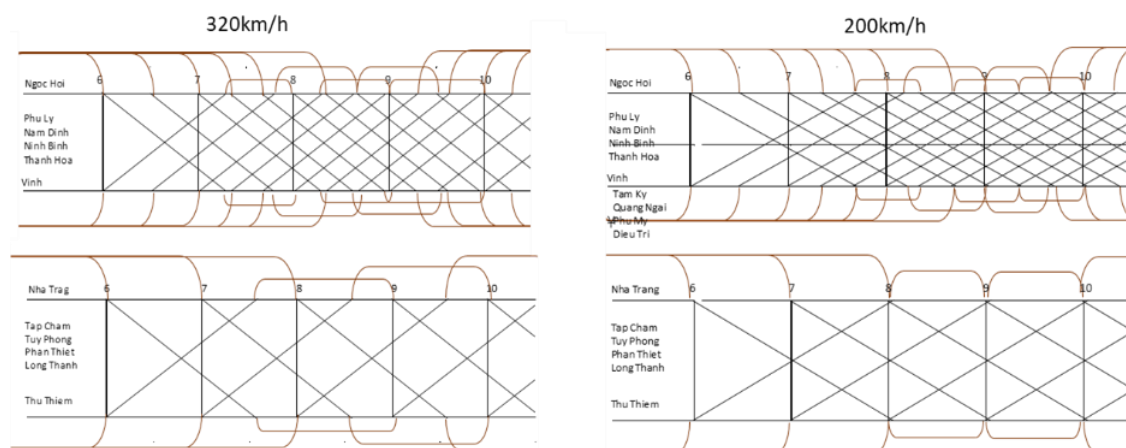
表 1.24 : サイクルタイムと 1 日あたりの往復回数

区間		320 km/h	200 km/h
北部 (ノックホイ – ビン)	走行時間 (一方向)	79 min.	100 min.
	折り返し時間	40 min.	40 min.
	サイクルタイム	238 min. (3:58)	280 min. (4:40)
	16 時間内の往復回数	4	3
南部 (ニャチャン – トゥティエム)	走行時間 (一方向)	94 min.	125 min.
	折り返し時間	40 min.	40 min.
	サイクルタイム	134 min. (2:14)	165 min. (2:45)
	16 時間内の往復回数	7	5

出典：JICA 調査団

2) 列車編成数の相違

次の列車ダイヤは、夜間に留置線に停泊する必要がある列車編成数を示唆する。例えば、320 km/h のノックホイ駅の留置線に停泊している列車は、6:00、6:30、7:00、7:20、7:40 及び 8:20 に出発する。他の例えば 8:00、8:40、及び 9:00 発の列車は、ノックホイ駅の到着線から折り返す。



注：Ngoc Hoi (ノックホイ)、Vinh (ビン)、Nha Trang (ニャチャン)、Long Thanh (ロンタイン)、Thu Thiem (トゥティエム)

出典：JICA 調査団

図 1.17 : 朝の列車ダイヤ

次表は 2030 年における、北部と南部の区間で必要となる列車編成数を、320 km/h と 200 km/h とで比較している。この表は、320 km/h 運転であれば、200 km/h と比べ 2 編成を減らせることを示している。

表 1.25 : 所要の列車編成数

区間	320 km/h	200 km/h	差
北部（ノックホイービン）	12	14	2
南部（ニャチャンートゥティエム）	6	6	0
小計	18	20	2
予備編成	4	4	0
編成数総計	22	24	2

注：各区間で最小限2本の予備編成は最小限を要する。

出典：JICA 調査団

3) 列車編成の購入価格

車両の価格は、発注量や速度性能によって変わる。ここでは 320 km/h 列車の車両価格⁹をもとに、調査団の知見から 200 km/h 列車の M 車と T 車の価格及び M/T 比を次表のように想定した。1 編成あたりでは次表のように、320 km/h 車両の方が 5%弱高いが、編成数を減らすことができるので、総車両価格は 4%安くなる。

表 1.26 : 車両価格

項目	320 km/h (8M2T)	200 km/h (6M4T)	備考
非公開			320 km/h は 8 両、200 km/h は 6 両
			320 km/h は 2 両、200 km/h は 4 両

出典：JICA 調査団

(2) 線形変更の可能性

1) 曲線での軌道構造

高架橋とトンネルでは、将来のメンテナンスを最小化するため、スラブ軌道を適用する。一方、盛土と切取区間では、バラスト軌道を原則とする。これは盛土区間での圧密沈下の可能性を考えてのことである。カーブ区間の全長は 150 km あり、スラブとバラストの延長はほぼ等しい。

⁹ 「現役新幹線パーフェクトガイド」笠倉出版社（2017 年）

表 1.27 : 軌道構造とカーブ長 (m)

北区間		計	バラスト	スラブ
Ngoc Hoi	Phu Ly	15,811	2,846	12,965
Phu Ly	Nam Dinh	15,736	0	15,736
Nam Dinh	Ninh Binh	13,719	0	13,719
Ninh Binh	Thanh Hoa	9,357	6,874	2,483
Thanh Hoa	Vinh	32,848	27,844	5,005
計		87,472	37,564	49,908
南区間		計	バラスト	スラブ
Nha Trang	Thap Cham	8,274	4,138	4,136
Thap Cham	Tuy Phong	21,189	11,058	10,131
Tuy Phong	Phan Thiet	6,240	2,488	3,753
Phan Thiet	Long Thanh	17,469	11,902	5,567
Long Thanh	Thu Thiem	15,647	2,596	13,051
計		68,818	32,181	36,637

注 : Ngoc Hoi (ノックホイ)、Vinh (ビン)、Nha Trang (ニャチャン)、Long Thanh (ロンタイン)、Thu Thiem (トゥティエム)

出典 : JICA 調査団

2) 320 km/h と 200 km/h での軌道の相違

カントは速度の二乗に比例するので、320 km/h のカントは 200 km/h の 2.56 倍になる。これを右表に示す。カントの設定では、内軌側レールをカント量の半分だけ低くし、外軌側レールを半分上げる。これにより重心高さが曲線中で変わらないので、不要の上下動をなくすることができる。

200 km/h 用の軌道は 320 km/h に速度向上する前に整備しなければならない。実際のところ、全線において一度にカントを直すことはできない。よってカントの変更の進み具合にあわせて列車速度を上げる。さもないと乗り心地が極端に悪くなり、脱線の危険性も増す。

表 1.28 : カントの比較

R(m)	均衡カント(mm)		備考
	320 km/h	200 km/h	
5,000	242	94	C =11.8×V×V/R
6,000	201	79	
8,000	151	59	
10,000	121	47	

出典 : JICA 調査団

3) バラスト軌道のカント変更

バラスト軌道のカント修正は可能である。カント修正の概念は次のとおりである。

- 事前準備
 - 200 km/h 運転でも、カーブ区間でのバラストを、あらかじめ厚くしておく。
- カント修正
 - 夜間に上下線とも線路を閉鎖して、営業列車の運行をとめる。
 - 内軌側のバラストを掻き出し、外軌側に移す。

- 絶対高さ基準にあわせ、マルチプルタイタンパーで総突き固めを行う。
 - 作業速度はカント修正量によるが、一晩に 4-500 m が一般的である。
 - 一回あたりのカント修正量は、軌道の安定性から見て 50 mm 以下である。
 - カント修正量が大きければ、何度もカント修正を行う必要がある。
 - 一つのカーブは、一晩のうちに終えなければならない。
 - 作業後には軌道状態を注意深く点検する。
 - 軌道上を走る最初の列車の速度は 100 km/h 程度以下とし、徐々に速度をあげる。
 - 必要に応じてむらなおしを行う。
- 作業
 - 作業項目、一晩の作業延長、一晩の価格、200 km/h から 320 km/h に速度向上するまでの作業の繰り返し回数を次表に示す。

表 1.29 : 200 km/h から 320 km/h へのカント修正費用

作業項目	カント修正	ムラ直し	計
一晩あたり作業量 (m)	500	500	
一晩あたり費用 (千米ドル)	5	10	
作業回数 (回)	3	1	
500 m あたり費用 (千米ドル)	15	10	25
軌道 1 km あたり費用 (千米ドル)			50
複線 1 km あたり費用 (千米ドル)			100

出典：JICA 調査団

バラスト区間の線路延長は 69,745 km（北区間：37,564 km、南区間：32,181 km）ゆえ、総費用は 6.97 百万米ドルとなる。表に示すように軌道 500 m に 4 晩を要する。換言すれば線路延長 1 km に 8 晩かかり、これは一晩平均 125 m である。したがって 1 パーティで作業するなら、558 晩を要する。

4) スラブ軌道のカント修正

スラブ軌道の場合、カントの修正は不可能である。カントの修正作業では、パネルの内軌側を下げ、外軌側を上げることになる。日本での作業経験は延長 50 m 以下の短区間が対象で、一晩に 4 時間の作業を 5 日間にわたり繰り返すものであった。今回の検討対象である総軌道延長が 180 km にもなる区間への適用には無理がある。

可能性のあるカント修正の方法としては、次の案が考えられる。

- A. 当初は 200 km/h に対応するバラスト軌道を建設し、320 km/h へと速度向上する際にスラブ軌道に交換する。
- B. あらかじめレール高さを変更可能なレール締結装置を開発して敷設しておき、速度向上時に外軌を扛上する。
- C. カント設定値を 200 km/h 対応と 320 km/h 対応との中間値としておき、乗り心地が悪化することを無視する。

いずれにも一長一短がある。A 案は営業線近傍での長い工事期間を要する。B 案は開発の可能性が不明で、開発ができて高価なものになりかねない。C 案は将来にわたって禍根を残しかねない。

ここでは A 案について、考えられる手順と経費について検討するが、これも実行可能性を保証できるものではない。

- (i) 200 km/h 対応のバラスト軌道を敷設して開業する。
- (ii) バラスト軌道の撤去
一方の軌道の列車をとめ、安全のため、他方の軌道の列車速度を制限する。
バラスト軌道を撤去する。
撤去速度は 500 m/日と見込まれる。
- (iii) 320 km/h に対応するスラブ軌道の新設
新たにスラブ軌道を敷設する。
この作業中は、安全確保のため低速度での単線運転となる。
施工速度は 200 m/日である。
- (iv) 新たなスラブ軌道設置に要する期間と費用
作業速度の遅い工事が全体行程を左右するため 200 m/日である。
最も曲線スラブ軌道区間が長いのは Phu Ly と Nam Dinh 間の 15.7 km で、この区間の上下線の工事には 157 日 ($=15.7 \times 2 / 0.2$) の作業日数を要する。
- (v) バラスト軌道の建設撤去費用
スラブ軌道の建設費は初期コストに含まれる。
付加的な費用はバラスト軌道の建設と撤去費である。
建設費としては、バラスト軌道の建設に 1.1 百万米ドル/軌道 km、撤去に 0.3 百万米ドル/軌道 km を見込む。線路延長では 2.8 百万米ドル/線路 km である。

5) カント修正費用の合計

ここでは日本での実績から、バラスト軌道のカント修正に 0.1 百万米ドル/km を、スラブ軌道区間でのバラスト新設撤去に 2.8 百万米ドル/線路 km を見込む。次表はカント修正の集計である。この表は、北区間と南区間のカントの修正に 242.2 百万米ドルを要することを示す。また、カント変更には長期間の危険な作業が伴い、列車運行への制約も大きいことに配慮を要する。

表 1.30 : カント修正費用の合計

軌道	線路延長 (km)		単価 (百万米ドル/km)		費用 (百万米ドル)	
	バラスト	スラブ	バラスト	スラブ	バラスト	スラブ
北区間	37.5	49.9	0.1	2.8	3.75	139.7
南区間	32.2	36.6			3.22	102.5
計					6.97	242.2

出典：JICA 調査団

(3) 建設費のまとめ

はじめに述べたように、土木構造物や電気設備の耐用年数と取替費用から見て、初期投資額に影響するのは車両費に限られる。初期投資額から見れば、最初からの 320 km/h 運転が好ましい。この理由は次のとおりである。

- 200 km/h 運転の車両費が高くなるのは、同一列車本数を走らせるために、より多くの編成を要するためである。
- 320 km/h への速度向上時に、カントを改良する必要がない。

1.6.2 運営費

運営費と保守費は速度低下と共に減少する。その程度を以下に示す。

(1) 電力費

1) ベトナムの電力料金

2017 年の日本貿易復興機構（JETRO）の報告によれば、ベトナムでの産業用電力料金の平均は 0.077 米ドル/kwh である。

2) 電力消費量の相違

最高速度が 320 km/h から 200 km/h になれば、電力消費量は下がる。新幹線の速度と走行抵抗の関係を示す、次の経験式¹⁰がある。

$$R = 1.60 + 0.0350 V + (0.0197 + 0.00241 * n) * V^2 / W$$

ここで

R：走行抵抗（kgf）

V：列車速度（km/h）

W：車両重量（tonf） 453.5 tonf（E5 系）

L：列車長（m） 250 m

速度 320 km/h と 200 km/h について走行抵抗を算出すると次のようになる。

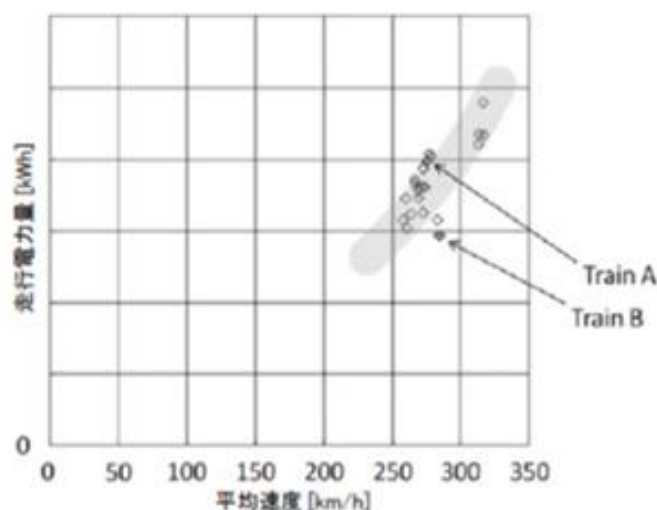
表 1.31：新幹線列車の速度と走行抵抗

速度	320 km/h	200 km/h	比率
走行抵抗	22.7 kgf	12.5 kgf	0.55

出典：速度定数業務必携（日本国有鉄道運輸局、1984）に基づき JICA 調査団が算定

また JR 東からは、E5 列車を様々なモードで走らせた時の電力消費量が次図のように示されている。

¹⁰ 速度定数業務必携（日本国有鉄道運輸局、1984 年）



出典：水口芳樹，菌田秀樹.(2015). 新幹線における運転エネルギーの測定と分析. Technical review, JR East, (51), 21-26.

図 1.18 : E5 の速度と電力消費量

これらから、200 km/h の列車の電力消費量は、320 km/h の列車の 55% と考える。

3) 電力量と費用の相違

次表は 2030 年における、列車速度 320 km/h の使用電力量と費用と、ここから求めた 200 km/h 運転の電力費を示す。

表 1.32 : 使用電力量と費用（2030 年）

速度	項目	区間		
		北部	南部	計
320 km/h	区間	非公開		
	区間長 (km)			
	列車本数 (上下)			
	列車キロ/日 (千キロ)			
	列車キロ/年 (千キロ)			
	消費電力/年 (百万 kwh)			
	電力費 (百万米ドル)			
200 km/h	電力費 (百万米ドル)	非公開		
	320 km/h の 55%			

出典：JICA 調査団

(2) 線路保守費

1) 軌道破壊

列車速度が下がれば軌道破壊も緩やかになる。ここでは道床バラスト、路盤作業及び保守用機械費用が列車速度に比例すると考える。

2) 軌道保守費

列車速度が 320 km/h から 200 km/h になれば、軌道保守費は約 38%安くなる。

(3) 乗務員費

1) 乗務員数

列車キロが同じで、列車速度が遅くなれば、乗務員の乗務時間が長くなる。

表 1.24 に示すように、北部区間のサイクルタイムは 320 km/h で 238 分、200 km/h で 280 分ゆえ、比率は 1.17 である。南部区間は 320 km/h で 134 分、200 km/h で 165 分ゆえ比率は 1.23 である。これらから、200 km/h の場合には乗務員費が 20%増えるとする。

2) 乗務員人件費

200 km/h 運行での年間乗務員給与は、320 km/h 運行時より 20%高くなる。

(4) 運営費のまとめ

運営費をまとめると次表のようになる。速度が遅い方が運営費は安い、この理由は次のとおりである。

- 速度低下によりエネルギー消費量が減る。
- 軌道破壊が減るので線路保守費は安くなる。
- 乗務員費は、乗務時間が長くなるので増加するが、その程度は少ない。

表 1.33 : 運営費の比較

コスト		320 km/h	200 km/h	差額
運営費 (百万米ドル/年)	電力	非公開		
	線路保守			
	乗務員			
	計			

出典：JICA 調査団

一方で次の事項への配慮を要する。

- 設備の機能が十分に発揮されない
- 高速輸送による乗客の便益（時間節減効果）が十分に得られない。
- 高速鉄道による社会的経済的効果（企業立地や土地利用形態）が限定される。
- 結果として需要に影響する。

速度差のある列車に対するカント設定

A. 一般

350 km/h に対応したカントの線路上で、列車が 120 km/h で走ることは可能である。350 km/h の列車が線路上に停止する（0 km/h となる）ことも想定してカントが設定されるからである。しかし 350 km/h 対応のカントとすれば、120 km/h の列車には重力が作用（貨車内の貨物が押される）し、好ましくない。一方、120 km/h のカントとすれば、350 km/h 列車には曲線外側への超過遠心力が働き、これもまた好ましくない。これらを調和方法として、次のように考える。

- 1) 120 km/h 列車が、カント超過量の限度値で走るカントを設定する。
- 2) 設定したカント上を、カント不足量の限度値で走る列車速度を算定する。
- 3) これをもって、当該カントでの最高速度とする。

カント超過量やカント不足量の限度値は、車両によって変わるが、一般には 60 mm と考えてよい。

B. 計算例

まず 120 km/h の列車の均衡カントを考える。

曲線半径 $R = 4,000$ m の場合、均衡カント C_e は 42 mm である。

$$C_e = 11.8 \times 120 \times 120 / 4,000 = 42$$

超過カント許容量は 60 mm であるから、設定カント C_m は 102 mm である。

$$C_m = C_e + 60 = 42 + 60 = 102$$

貨物列車は速度 120 km/h で走行できる。

許容カント不足量を 60 mm とし、旅客列車は 234 km/h で走行できる。

$$V = \sqrt{(C_s + 60) \times 4,000 / 11.8} = \sqrt{(102 + 60) \times 4,000 / 11.8} = 234$$

C. 曲線半径と速度

曲線半径と高速鉄道列車の速度との関係を次図に示す。



出典：JICA 調査団

1.7 夜行列車

1.7.1 概要

(1) 夜行列車の運行

多くの例外はあるが、夜行列車の概念は、22:00 から 08:00 までの間、ノンストップで運行し、乗客に 8 時間以上の睡眠を提供することである。

夜行列車には次の特徴がある。

- 1) 通常、昼間の列車よりも遅く、十分な睡眠時間や複数目的地に着くための分割併合機能を提供する。
- 2) 市中心部の駅へのアクセスは、特に朝のラッシュアワー時には難しい。日本では夜行列車が都市部での通勤時における線路容量不足のために撤退した。
- 3) 運行時間が長く、何日も走る列車は、鉄道車両と従業員の生産性が低いことを意味する。従業員は徹夜で家庭を離れて働くことが必要で、車両の入替、ベッドの準備、夜間の警備などの付加的な仕事も必要となる。
- 4) 夜行列車には通常席、リクライニング席、寝椅子、寢室などいくつかのタイプの宿泊設備がある。夜行列車の車両は、より複雑で、少量生産であり、車両 1 台あたりの乗客数は少ない。
- 5) 一般的に乗客の行動が制約される。長距離飛行機の場合と同様に、よりよい宿泊施設は、乗客あたりのスペースが広がる。

1.7.2 日本の経験

日本には、他の都市へ早朝に到着する、夜行列車の広範なネットワークがあり、これらを結ぶ地域の経済発展に資すると考えられた。しかし、次の理由からサービスは減少している。

- 1) 新幹線
新幹線網の発展により、旅行時間が短縮され、夜行列車よりも速くて安い運賃を提供している。
- 2) LCC
航空機、特に LCC との競争で、夜行列車のマーケットが浸食された。
- 3) ホテル
手ごろな価格のホテルがより一般的になった。全国的なホテルチェーンができ、夜の旅行が減少した。

上記の事項を考慮すると、夜行列車が引き続き減少すると考えるのが合理的と考えられるが、ここでは日本国有鉄道 (JNR) が行なった新幹線の夜行列車にかかる調査を要約する。

1.7.3 山陽新幹線技術調査委員会

(1) 委員会の目的と審議事項

東海道新幹線 515 km が 1964 年に開業後、これを西方向へ延伸することとなった。この建設にあたり、東海道新幹線に適用した基準の大幅な改訂はないと考えられた。しかし、それまでの経験と技術を反映するとの観点から、山陽新幹線技術基準調査委員会が設置され、そこで 1965 年から 1 年弱をかけた調査が行われた。

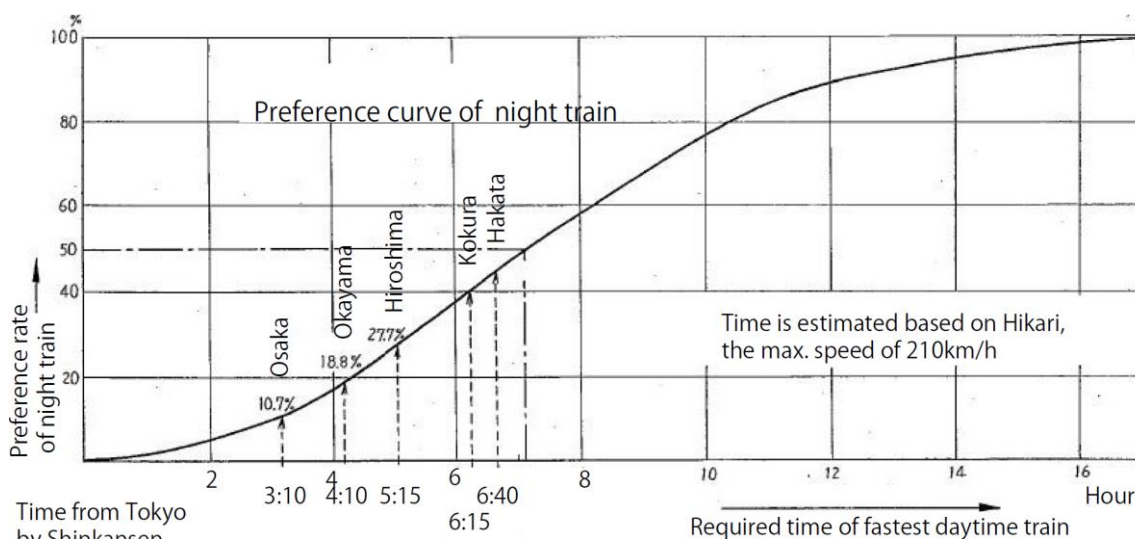
主たる調査対象は最高速度、夜行列車運転、双方向運転設備であり、加えて編成両数や線路規格であった。最高速度は、とりあえず東海道新幹線と同じとする。しかし曲線半径、こう配等改造の困難なものは技術的発達を阻害しないよう配慮するとされた。

夜行列車は、新幹線が東京から 1,069 km の博多まで延長されれば、必要となる。しかし東京から 676 km の岡山までの開業なら、夜行列車は必要ないとされた。夜行列車運転の必要性和保守作業間合からみて、双方向運転設備が欠かせない。設備の詳細や設置箇所は、工事計画の一環として別途に検討することとされた。

夜行列車に関する焦点は、夜行列車の需要、線路保守方式、双方向運転設備であった。それぞれの概要は次のとおりである。

(2) 利用客の推定

目的地への到達時間が、昼行と夜行との選択に及ぼす影響を表す図が作成された。この図は、1954-1962 年における乗客の実績値に基づく。下図は、到達時間が 5 時間を超えると夜行列車の選好度が増えることを示す。また 7 時間を超えれば、夜行列車の方が昼行列車よりも好まれる。



出典：山陽新幹線技術基準調査委員会報告（日本国有鉄道、1966）

図 1.19：昼・夜行選好曲線

(3) 夜行列車の運行に伴う保守上の課題

1) 双方向運転の必要性

東海道新幹線での実績から、線路保守に要する実作業時間は、道床つき固めで1日4時間、軌道更新工事で8時間と考えられる。

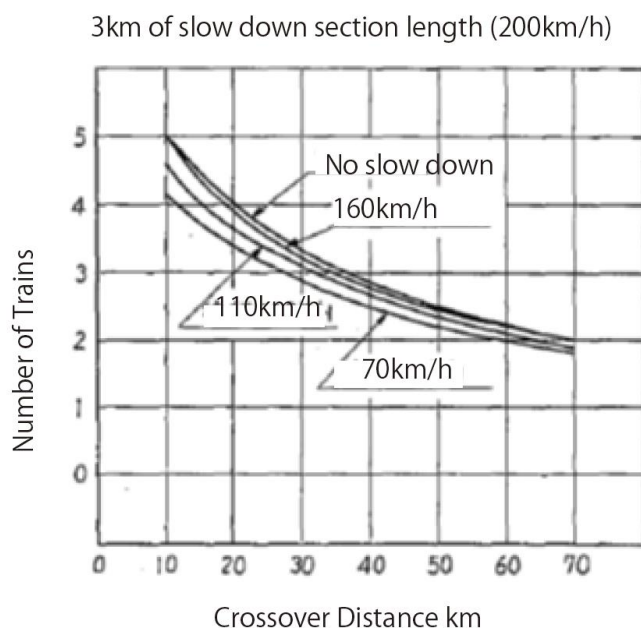
夜行列車が走る場合は双方向運転により一つの軌道上を両方向に列車が走り、他方の軌道上で保守作業を行なうこととなる。

2) 双方向運転を行う場合の渡り線間隔と列車回数

渡り線間隔と作業箇所での制限速度で、運行可能な列車本数が左右される。これについて次のように検討された。

- i. 渡り線間隔は20 km程度とする。この場合には、列車回数が時間片道3-4本となり、土木・電気双方の作業に支障はない。
- ii. 作業区間での列車速度は在来鉄道の経験に基づき110 km/h以下とする。
- iii. 渡り線の工事費は、電気関係を除き50百万円/箇所である。

次の図は渡り線間隔20 km、速度70 km/hの場合に、一時間に運転できる列車本数が3本であることを示している。



出典：山陽新幹線技術基準調査委員会報告
(日本国有鉄道、1966)

図 1.20 : 渡り線間距離と列車本数

(4) 単線運転

次の前提で単線運転ダイヤを検討する。

1) ダイヤ設定条件

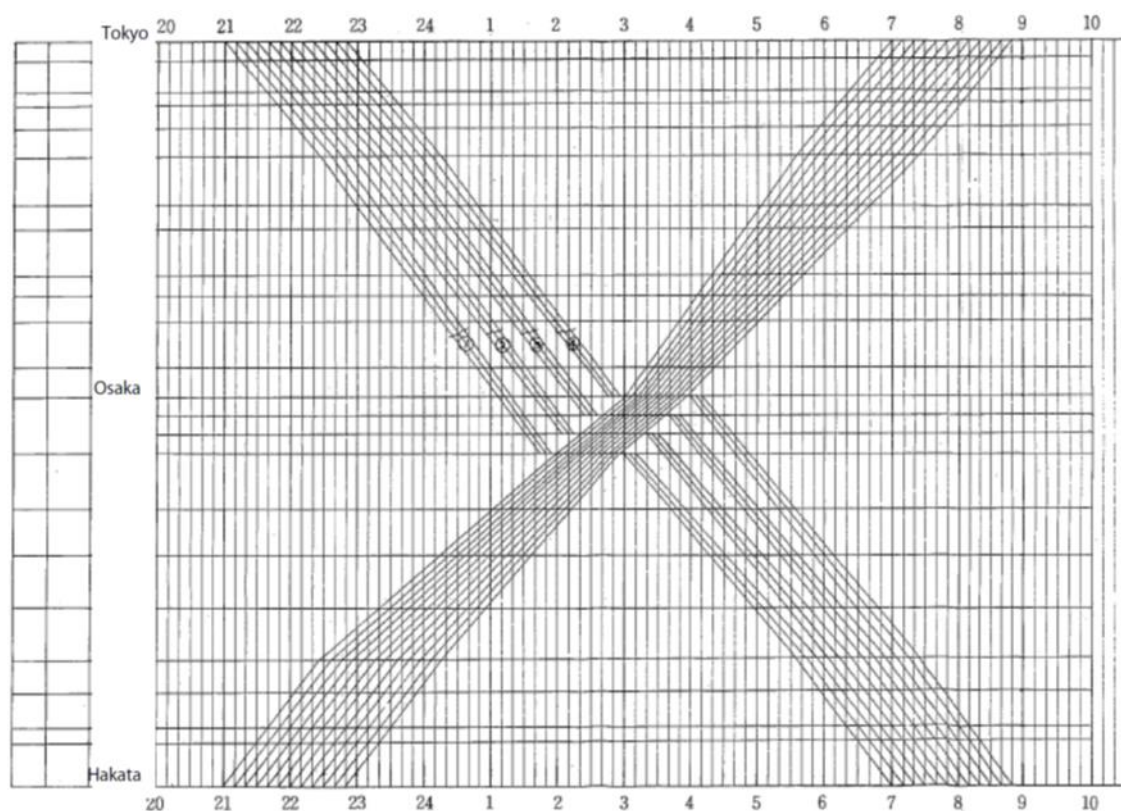
- i.列車本数 12 本
- ii.到着時間 東京 - 博多
10 時間
- iii.効時間帯 東京・博多相互発 21:00-23:00
 東京・博多相互着 7:00- 9:00

iv.双方向運転設備

両方向の列車が行き違う箇所に、4 箇所の行違い設備を設ける。
将来の列車本数増や事故時の運転整理のため、全線に設備する。

2) ダイヤ

想定ダイヤを次に示す。



出典：山陽新幹線技術基準調査委員会報告（日本国有鉄道、1966）

図 1.21：想定ダイヤ

1.7.4 ベトナム高速鉄道への適用性

(1) 夜行列車の可能性

ハノイーホーチミンの所要時間は、高速鉄道で5時間20分となる。この場合、前述の夜行列車選好率を適用できるなら、旅客需要全体の30%に相当する。このため、夜行列車が受け入れられる可能性が大きい。

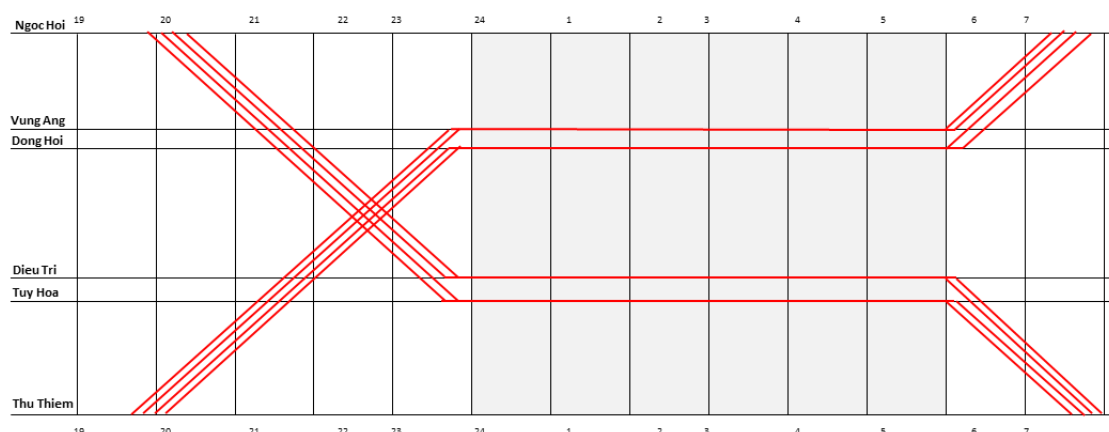
(2) 想定されるダイヤ

夜行列車の到着時刻は、人々の行動パターンからみて、出発時刻は夜の8:00-9:00頃、到着は翌朝7:00-8:00が好ましい。線路保守のために6時間かかり、このメンテナンス時間の間、二種類の列車運行案がある。一つは完全に列車を停める案で、もう一つは単線上を双方方向運転によりゆっくり列車を走らせる案である。

<全列車停車>

安全性が高く、夜行運転要員を削減できる。また騒音振動など周囲への影響がない。

下り列車を Dieu Tri と Tuy Hoa に、上り列車は Vung Ang と Dong Hoi に夜間停車する。夜行列車の本数は、着発線の数によって制約される。



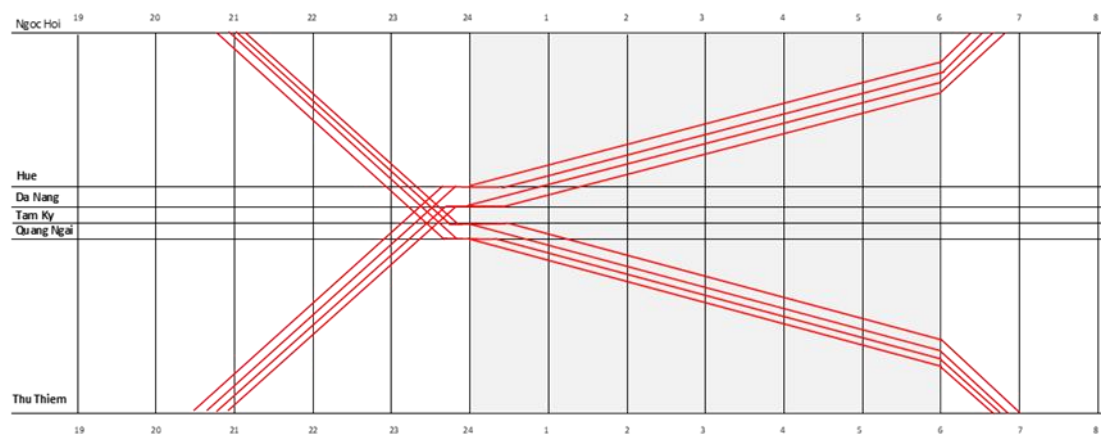
注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Thu Thiem（トゥティエム）

出典：JICA 調査団

図 1.22：想定ダイヤ（全列車停車）

<徐行>

上下列車は Hue（フエ）–Quang Ngai 間ですれ違う。保守作業時間帯にも、徐行しながらではあるが列車が走るの、所要時間が短くなり、早朝に目的駅に到着する。列車本数は途中駅の着発線数に影響されない。双方方向運転設備が欠かせない。



注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Thu Thiem（トゥティエム）

出典：JICA 調査団

図 1.23：想定ダイヤ（徐行）

(3) 車両

夜行列車の車両を 4.4.1 章に紹介する。

(4) これからの取組

ベトナムの高速鉄道には相当程度の夜行列車需要が発生する可能性がある。このため他国や UIC からの高速鉄道上の夜行列車の情報収集が重要である。

夜行列車を運行する場合は、単線双方向運転の設備が欠かせない。この設備は、線路保守に限らずダイヤが乱れた場合の対応にも役立つので、当初から建設しておくことが望まれる。

2. 整備の必要性

2.1 検討の進め方

2.1.1 建設工程

(1) 建設工程の考え方

本プロジェクトは、総延長 1,541 km に及ぶ大プロジェクトである。この建設には膨大な資金と労力を要するので、いくつかの区間に分け、段階的に施工するのが妥当である。区間割の原則は次のとおりである。

- 需要の多い区間を優先する。
- HSR 輸送の特性から、区間長は 300 km 程度以上とする。

本調査では、全線の開業時期を 2040 年とする二段階整備ケースと 2070 年とする五段階整備ケースの二案を検討する。

(2) 二段階整備ケース

本案は、全体を三区間に分け、北区間のノックホイ - ビン 283 km と南区間のニャチャン - トゥティエム 363 km を 2030 年に、ビン - ニャチャン 896 km を 2040 年に開業する。

建設工程と概要を、次の図と表に示す。

0 km	46 km	283 km	706 km	1,178 km	1,506 km	1,541.7 km
ノック ホイ	Phu Ly	ビン	ダナン	ニャチャン	ロン ティン	トゥ ティエム

区間 1 : 2025-2030				区間 2 : 2025-2030	
		区間 3 : 2030-2040			

出典：JICA 調査団

図 2.1 : 二段階整備ケースの工程

表 2.1 : 二段階整備ケースの概要

区間	起終点	距離	建設期間	開業年	運行最高速度
区間 1 : 北部	ノックホイ - ビン	283 km	2025-2030	2030	320 km/h
区間 2 : 南部	ニャチャン - トゥティエム	363 km	2025-2030	2030	320 km/h
区間 3 : 中部	ビン - ニャチャン	896 km	2030-2040	2040	320 km/h

出典：JICA 調査団

(3) 五段階整備ケース

本案は、全体を5区間に分け、2030年にロンティン-トゥティエム間 36 km を単線開業し、その後は2040年にノックホイ-ビン 283km、2050年にニャチャン-トゥティエム 364 km、2060年にダナン-ニャチャン 472 km、そして2070年にビン-ダナン 423 km を、それぞれ複線開業する。

ロンティン-トゥティエムの先行は、建設予定のロンティン空港からトゥティエムへの航空客需要の取り込みと、単線による初期投資額の低減を目的とする(最終コストは増す)。

他の区間は需要の多い個所を優先し、全線の開通は2070年を想定する。

0 km	46 km	283 km	706 km	1,178 km	1,506 km	1,541.7 km
ノック ホイ	Phu Ly	ビン	ダナン	ニャ チャン	ロン ティン	トゥ ティエム

					区間 1 : 2025-2030
区間 2 : 2030-2040					
				区間 3 : 2040-2050	
			区間 4 : 2050-2060		
		区間 5 : 2060-2070			

出典：JICA 調査団

図 2.2：五段階整備ケースの工程

表 2.2：五段階整備ケース の概要

区間	起終点	距離	建設期間	開業年	運行最高速度
区間 1 : 空港連絡	ロンティン - トゥティエム (単線)	36 km	2025-2030	2030	開通時 200 km/h 2040 年以降 320 km/h
区間 2 : 北部区間	ノックホイ - ビン	283 km	2030-2040	2040	320 km/h
区間 3 : 南部区間	ニャチャン - トゥティエム (複線)	364 km	2040-2050	2050	320 km/h
区間 4 : 南中部区間	ダナン - ニャチャン	472 km	2050-2060	2060	320 km/h
区間 5 : 北中部区間	ビン - ダナン	423 km	2060-2070	2070	320 km/h

出典：JICA 調査団

2.2 交通需要検討

2.2.1 最新データへのアップデート

(1) 社会経済指標

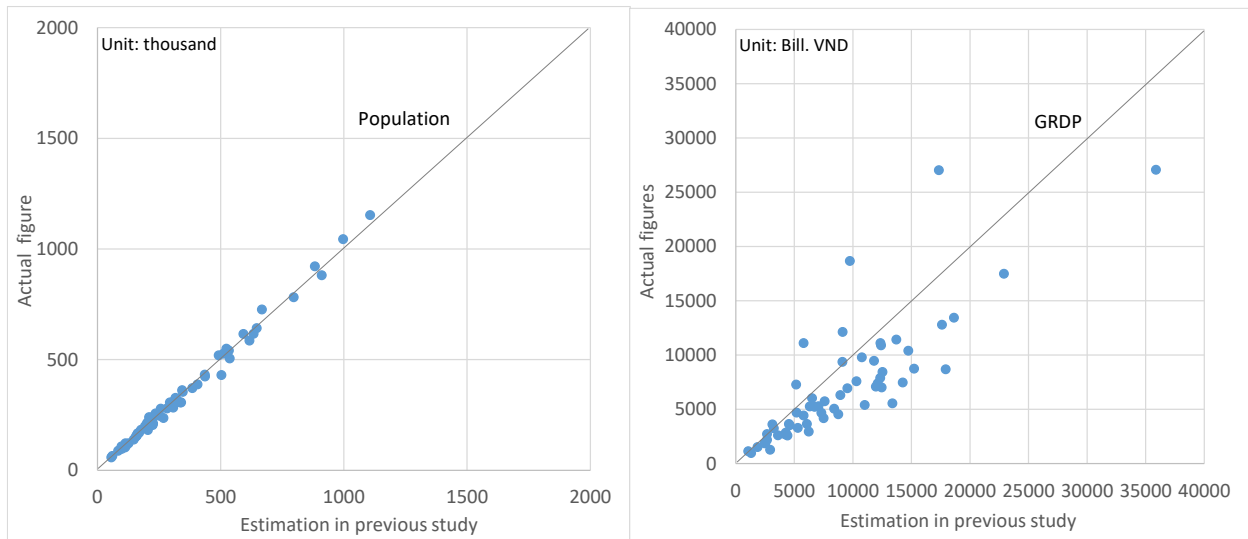
前回調査で用いている指標のうち、今回調査で見直しが必要な都市人口及び域内総生産のアップデートは以下の通りである。都市人口データに関しては、前回調査で設定された値と実測値はよく合致している反面、域内総生産は前回調査で設定した値と実測値には、やや乖離が見られる。

表 2.3：州毎の人口及び域内総生産（2010 年、2016 年）

No	Province	2010			2016		
		Population (thousand people)		GDP (bil VND)	Population (thousand people)		GDP (bil VND)
		Urban	Urban area%		Urban	Urban area%	
1	Hà Nội	2827.9	41.0	50,091	3642.2	49.7	79,730
2	Vĩnh Phúc	231.2	22.4	8,589	279.3	26.2	10,892
3	Bắc Ninh	270.2	23.5	6,492	306.4	26.0	18,675
4	Hải Dương	361.5	19.0	8,951	423.2	23.7	11,111
5	Hải Phòng	859.8	46.1	16,327	1043.9	52.7	17,488
6	Hưng Yên	139.6	12.1	6,142	211.8	18.1	6,942
7	Thái Bình	178.5	9.7	7,467	211.2	11.8	7,598
8	Hà Nam	82.2	9.5	3,559	110.1	13.7	4,708
9	Nam Định	326.2	17.6	6,927	370.5	20.0	6,311
10	Ninh Bình	171.2	17.9	4,655	239.2	25.1	4,679
11	Hà Giang	104.7	11.6	1,665	102.8	12.6	1,912
12	Cao Bằng	87.0	16.9	1,991	96.4	18.2	1,284
13	Bắc Kạn	48.0	16.1	852	58.1	18.2	977
14	Tuyên Quang	95.4	13.0	2,807	121.2	15.8	2,586
15	Lào Cai	133.3	21.0	1,984	151.9	22.2	3,612
16	Yên Bái	146.7	18.8	2,490	166.4	20.8	2,618
17	Thái Nguyên	293.6	25.6	4,238	326.5	26.6	11,113
18	Lạng Sơn	140.8	19.2	3,045	159.1	20.7	2,852
19	Quảng Ninh	602.1	51.9	9,028	641.7	52.4	11,423
20	Bắc Giang	151.6	9.4	3,980	169.1	10.2	7,284
21	Phủ Thọ	240.4	15.8	4,932	236.3	17.1	5,242
22	Điện Biên Phủ	75.2	15.0	1,330	88.1	15.8	1,524
23	Lai Châu	54.1	14.2	725	64.5	14.8	1,142
24	Sơn La	153.4	13.8	2,890	182.4	15.1	3,650
25	Hòa Bình	118.7	15.0	3,569	121.4	14.6	3,299
26	Thanh Hóa	369.3	10.4	13,511	388.1	11.0	13,453
27	Nghệ An	375.4	12.9	10,798	431.7	13.9	10,402
28	Hà Tĩnh	190.8	14.9	4,479	203.9	16.1	3,649
29	Quảng Bình	128.4	15.0	2,435	138.7	15.8	3,264
30	Quảng Trị	170.9	27.4	1,987	213.9	34.3	2,731
31	Thừa Thiên Huế	470.9	36.0	4,144	430.0	37.4	4,429
32	Đà Nẵng	802.4	86.9	7,052	920.7	88.0	9,797
33	Quảng Nam	271.7	18.6	6,079	361.5	24.3	12,141
34	Quảng Ngãi	178.8	14.6	5,804	256.6	20.5	9,376
35	Bình Định	413.8	27.7	6,138	526.0	34.5	68,447
36	Phủ Yên	201.2	21.8	3,105	246.4	27.4	3,544
37	Khánh Hòa	518.4	39.9	8,306	616.6	50.8	7,899
38	Kon Tum	150.4	33.5	1,656	239.2	47.1	1,878
39	Gia Lai	382.6	28.6	4,385	518.7	36.6	6,036
40	Đắk Lắk	421.2	24.0	8,257	549.2	29.3	7,394
41	Đắk Nông	75.4	14.7	2,676	107.8	17.8	2,704
42	Lâm Đồng	457.6	37.8	7,623	615.8	47.8	7,104
43	Ninh Thuận	205.2	36.1	1,950	278.4	46.3	2,197
44	Bình Thuận	462.7	39.3	5,105	505.0	41.3	5,755
45	Bình Phước	148.7	16.5	3,913	166.4	17.4	5,271
46	Tây Ninh	167.8	15.6	8,631	208.1	18.6	7,028
47	Bình Dương	503.7	29.9	11,054	726.5	36.4	27,027
48	Đồng Nai	859.6	33.2	24,182	1152.9	38.9	27,079
49	Bà Rịa-Vũng Tàu	504.5	49.9	24,386	585.3	53.6	43,700
50	HCM	6114.3	83.3	103,583	6945.0	83.7	131,925
51	Long An	254.6	17.4	8,368	322.0	21.6	9,476
52	Tiền Giang	246.6	13.7	9,037	308.0	17.7	8,441
53	Bến Tre	125.9	9.9	6,376	155.6	12.3	4,541
54	Trà Vinh	155.2	15.3	5,347	217.5	20.9	4,180
55	Vĩnh Long	158.0	15.3	5,112	198.2	18.9	5,291
56	Đồng Tháp	296.7	17.8	9,341	354.3	21.0	7,477
57	An Giang	640.5	28.4	11,361	781.9	36.2	8,740
58	Kiên Giang	460.1	27.0	12,206	540.1	30.4	12,793
59	Cần Thơ	789.8	65.9	11,737	880.5	70.0	8,692
60	Hậu Giang	161.6	19.6	4,149	181.5	23.5	2,954
61	Sóc Trăng	291.1	19.4	7,420	305.8	23.3	5,413
62	Bạc Liêu	228.6	26.1	5,652	306.6	34.6	5,060
63	Cà Mau	268.5	20.4	9,535	282.4	23.1	5,555

注：Hà Nội（ハノイ）、Đà Nẵng（ダナン）、HCM（ホーチミン）

出典：ベトナム統計総局



出典：JICA 調査団

図 2.3：人口及び域内総生産の前回調査推定値と実績値との比較

人口及び域内総生産の将来フレームワークの設定は、2030 年までについてはベトナム政府（計画投資省）、それ以降の部分についてはアジア開発銀行（ADB）の予測値を参照しながら適切な値を設定した。都市人口を推定する際の各省における都市化率は前回調査で設定された値を踏襲した。

表 2.4 : 省毎の人口及び域内総生産に係る将来成長率

No	Province	Population					GDP				
		2010-15	15-20	20-30	30-40	40-50	2010-15	15-20	20-30	30-40	40-50
1	Hà Nội	4.5	3.2	2.2	1.6	1.1	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
2	Vĩnh Phúc	1.2	3.4	2.4	1.7	1.2	5.7	6.3	5.7	4.5	3.2
3	Bắc Ninh	4.1	3.7	2.6	1.8	1.3	6.3	7.0	6.3	5.0	3.5
4	Hải Dương	3.4	3.2	2.2	1.6	1.1	5.0	5.5	5.0	4.0	2.8
5	Hải Phòng	1.3	2.5	1.8	1.2	0.9	5.2	5.8	5.2	4.2	2.9
6	Hưng Yên	1.7	6.2	4.3	3.0	2.1	6.8	7.6	6.8	5.5	3.8
7	Thái Bình	1.0	4.0	2.8	2.0	1.4	5.0	5.5	5.0	4.0	2.8
8	Hà Nam	8.7	5.9	4.1	2.9	2.0	5.9	6.5	5.9	4.7	3.3
9	Nam Định	0.7	2.8	2.0	1.4	1.0	3.9	4.3	3.9	3.1	2.2
10	Ninh Bình	2.3	4.5	3.2	2.2	1.5	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
11	Hà Giang	2.8	1.1	0.8	0.5	0.4	6.5	7.2	6.5	5.2	3.6
12	Cao Bằng	6.9	2.1	1.5	1.0	0.7	5.9	6.6	5.9	4.8	3.3
13	Bắc Kan	4.1	2.6	1.8	1.3	0.9	6.6	7.3	6.6	5.3	3.7
14	Tuyên Quang	1.5	3.0	2.1	1.5	1.0	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
15	Lào Cai	3.0	2.6	1.8	1.3	0.9	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
16	Yên Bái	2.0	2.0	1.4	1.0	0.7	5.7	6.3	5.7	4.5	3.2
17	Thái Nguyên	7.1	1.3	0.9	0.6	0.4	4.8	5.3	4.8	3.8	2.7
18	Lạng Sơn	1.2	2.2	1.5	1.1	0.8	5.2	5.8	5.2	4.2	2.9
19	Quảng Ninh	4.3	1.2	0.8	0.6	0.4	6.5	7.2	6.5	5.2	3.6
20	Bắc Giang	4.2	1.9	1.3	0.9	0.7	4.0	4.4	4.0	3.2	2.2
21	Phú Thọ	1.2	1.8	1.3	0.9	0.6	4.8	5.3	4.8	3.8	2.7
22	Điện Biên Phủ	1.9	1.9	1.3	0.9	0.7	5.0	5.6	5.0	4.0	2.8
23	Lai Châu	6.3	1.8	1.3	0.9	0.6	5.9	6.5	5.9	4.7	3.3
24	Sơn La	1.1	2.4	1.7	1.2	0.8	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
25	Hòa Bình	0.2	1.0	0.7	0.5	0.3	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
26	Thanh Hóa	8.5	1.6	1.1	0.8	0.5	5.0	5.5	5.0	4.0	2.8
27	Nghệ An	4.3	2.5	1.8	1.2	0.9	4.8	5.3	4.8	3.8	2.7
28	Hà Tĩnh	3.6	2.7	1.9	1.3	0.9	4.7	5.2	4.7	3.7	2.6
29	Quảng Bình	5.9	2.3	1.6	1.1	0.8	4.4	4.9	4.4	3.5	2.5
30	Quảng Trị	1.2	3.2	2.2	1.6	1.1	4.5	5.0	4.5	3.6	2.5
31	Thừa Thiên Huế	3.3	1.1	0.8	0.5	0.4	5.1	5.7	5.1	4.1	2.9
32	Đà Nẵng	2.2	1.6	1.1	0.8	0.5	6.6	7.3	6.6	5.3	3.7
33	Quảng Nam	5.6	4.0	2.8	2.0	1.4	6.3	7.0	6.3	5.0	3.5
34	Quảng Ngãi	2.9	4.7	3.3	2.3	1.6	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
35	Bình Định	2.7	3.6	2.5	1.8	1.2	4.8	5.3	4.8	3.8	2.7
36	Phú Yên	5.0	3.7	2.6	1.8	1.3	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
37	Khánh Hòa	0.9	3.4	2.4	1.7	1.2	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
38	Kon Tum	3.2	5.7	4.0	2.8	2.0	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
39	Gia Lai	1.7	4.3	3.0	2.1	1.5	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
40	Dak Lak	1.4	3.7	2.6	1.8	1.3	5.9	6.6	5.9	4.8	3.3
41	Dak Nông	3.5	4.4	3.1	2.2	1.5	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
42	Lâm Đồng	1.6	4.4	3.1	2.2	1.5	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
43	Ninh Thuận	1.0	3.8	2.7	1.9	1.3	4.8	5.3	4.8	3.8	2.7
44	Bình Thuận	0.6	2.5	1.8	1.2	0.9	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
45	Bình Phước	7.1	1.6	1.1	0.8	0.5	7.5	8.3	7.5	6.0	4.2
46	Tây Ninh	4.8	4.9	3.4	2.4	1.7	5.7	6.3	5.7	4.5	3.2
47	Bình Dương	24.2	4.8	3.4	2.4	1.6	7.0	7.8	7.0	5.6	3.9
48	Đồng Nai	3.2	4.3	3.0	2.1	1.5	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
49	Bà Rịa-Vũng Tàu	1.7	3.4	2.4	1.7	1.2	4.3	4.8	4.3	3.5	2.4
50	HCM	1.6	1.5	1.1	0.7	0.5	5.0	5.6	5.0	4.0	2.8
51	Long An	1.0	3.9	2.7	1.9	1.3	5.3	5.9	5.3	4.2	3.0
52	Tiền Giang	1.5	3.6	2.5	1.8	1.2	5.0	5.6	5.0	4.0	2.8
53	Bến Tre	0.8	4.0	2.8	2.0	1.4	4.9	5.4	4.9	3.9	2.7
54	Trà Vinh	3.4	4.7	3.3	2.3	1.6	5.2	5.8	5.2	4.2	2.9
55	Vĩnh Long	2.2	3.4	2.4	1.7	1.2	5.0	5.5	5.0	4.0	2.8
56	Đồng Tháp	0.2	2.6	1.8	1.3	0.9	6.6	7.3	6.6	5.3	3.7
57	An Giang	0.4	3.7	2.6	1.8	1.3	4.5	5.0	4.5	3.6	2.5
58	Kiên Giang	1.1	2.5	1.8	1.2	0.9	5.7	6.3	5.7	4.5	3.2
59	Cần Thơ	1.1	2.4	1.7	1.2	0.8	6.6	7.3	6.6	5.3	3.7
60	Hậu Giang	3.1	4.0	2.8	2.0	1.4	6.3	7.0	6.3	5.0	3.5
61	Sóc Trăng	6.6	2.6	1.8	1.3	0.9	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
62	Bạc Liêu	0.3	4.3	3.0	2.1	1.5	6.1	6.8	6.1	4.9	3.4
63	Cà Mau	0.5	2.3	1.6	1.1	0.8	5.2	5.8	5.2	4.2	2.9
Total		3.2	3.1	1.6	1.5	1.1	5.6	5.4	5.6	4.5	3.2

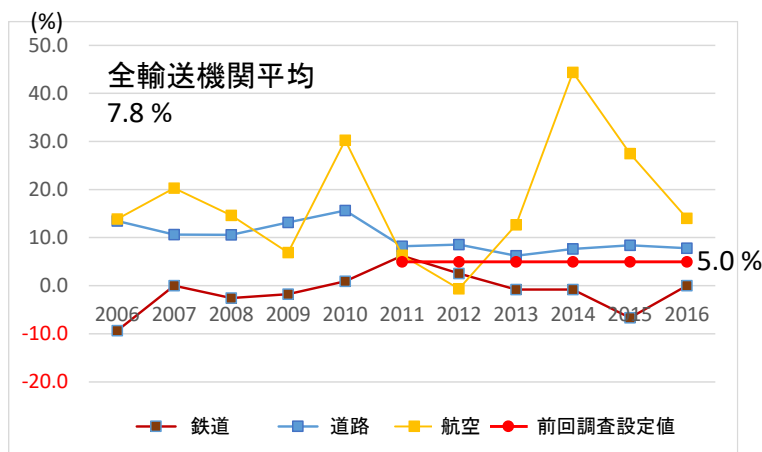
注：Hà Nội（ハノイ）、Đà Nẵng（ダナン）、HCM（ホーチミン）

出典：JICA 調査団

(2) 輸送機関毎の旅客及び貨物輸送量

1) 旅客

2006 年から 2016 年の全輸送機関の年間平均増加率の実績は 7.8%であり、この数値は前回調査時に設定された増加率を上回る水準である。交通機関毎で見ると、航空旅客の増加実績が著しい反面、鉄道旅客の伸びは低い実績であった。その結果、今回アップデートした旅客の基準 OD 表（2016 年、次節参照）は前回調査時に推計された 2016 年 OD 表に比べて伸びが大きくなっている。

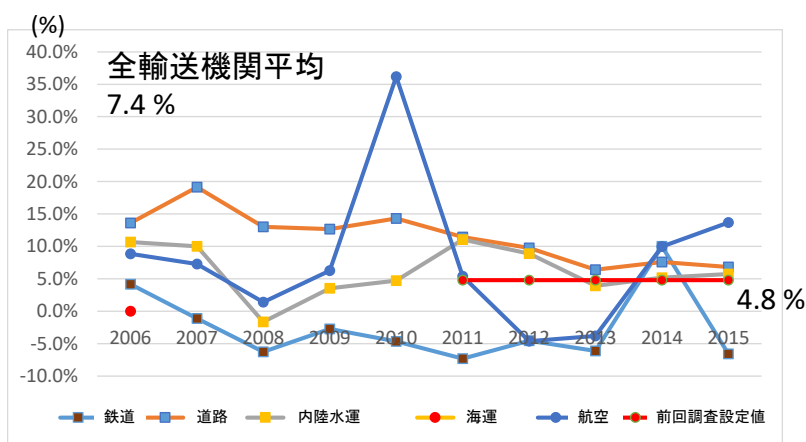


出典：Transport Statistical Yearbook 2016

図 2.4：輸送機関毎の年間旅客数の増加率

2) 貨物

2006 年から 2016 年の全輸送機関の年間平均増加率の実績は 7.4%であり、この数値は前回調査時に設定された増加率を上回る水準である。その結果、今回アップデートした貨物の基準 OD 表（2016 年、次節参照）は、旅客同様に前回調査時に推計された 2016 年 OD 表に比べて伸びが大きい結果となっている。



出典：Transport Statistical Yearbook 2016

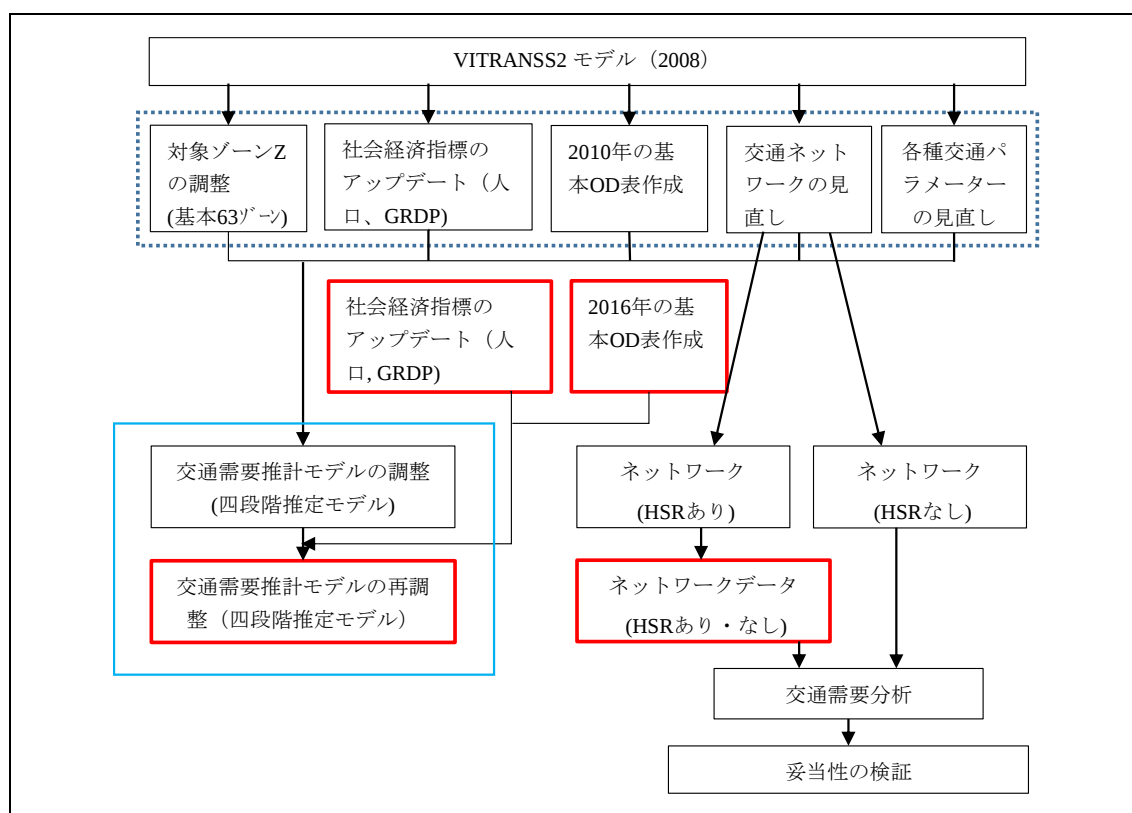
図 2.5：輸送機関毎の年間貨物量の増加率

2.2.2 予測検討手法

(1) 全体の流れ

前回調査では、2008年にJICAの協力により調査が行われたVITRANSS2で作成されたモデルを利用して検討が行われている。このため、今回調査で使用する交通需要モデルはVITRANSS2からの流れをそのまま汲み、必要な社会経済指標などのみをアップデートし、極力の前回調査結果を活用することとした。これにより、前回調査との整合を確保でき、また比較検討も可能となる。

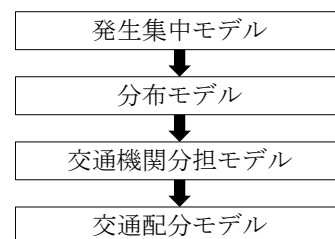
下図は今回調査の交通需要検討に係る全体フローである。図の赤枠で示した箇所が前回調査からのアップデートを図る箇所である。



出典：JICA 調査団（前回調査のフローを時点修正）

図 2.6：今回調査における交通需要検討の予測フロー

交通需要検討で広く利用されている「四段階推定法」に沿って検討を行う。次節では、これら各ステップの詳細な説明を述べた。四段階目に該当する交通配分モデルについては、今回調査の中では各道路、鉄道、航空などの経路に係る検討は必要としないため、詳細な検討は省略している。



出典：JICA 調査団

図 2.7：四段階推定法の流れ

(2) 発生集中モデル

各省からの発生集中モデルは、前回調査で設定された下記の一般的に用いられる推計式より定義され、説明変数に人口（都市人口）と経済規模（1人当たり域内総生産）を用いる。今回、最新の値にアップデートされた都市人口及び1人当たり域内総生産を用い、下記式における係数を再推計した。

$$G_i \text{ or } A_i = \alpha POP_i^\beta \cdot (GRDP_i)^\gamma$$

$G_i (A_i)$: Trip Generation (Attraction) of Zone i

POP_i : Urban population of Zone i

$GRDP_i$: GRDP per capita of Zone i

α, β, γ : Coefficient

表 2.5 : トリップ発生集中モデル

変数	モデル	
	係数	t-値
係数 $\log_e \alpha$	-14216.8	-1.6
都市人口 β	48.4	12.9
1人当たり域内総生産 γ	589.8	1.8
サンプル数	63	

出典：JICA 調査団

(3) 分布モデル

分布モデルの推計式は前回調査時と同じものを踏襲した。本推計式は分布パターンを決定する上で広く使われている重力モデルにより規定され、両都市間のトリップ需要は物理的な距離に反比例する形である。

$$T_{ij} = \frac{C \times G_i^\alpha \times A_j^\beta \times (dum)^\delta}{GC_{ij}^\gamma}$$

Where,

T_{ij} : Number of trips between Zone i and j

G_i : Average of trips generation of zone i

A_j : Average of trips attraction of zone j

GC_{ij} : (time)*VoT + (cost)

C : Constant

dum : Dummy constant

α, β, γ and δ : Parameters

表 2.6 : 分布モデル

Variable	Coefficient	t-Value
Constant	1.8244	5.51
Generation	0.4020	18.82
Attraction	0.4020	18.82
Generalized Cost	0.8712	36.31
Dummy	1.6350	36.68
Multiple Correlation Coefficient	0.8318	
Number of Samples	1678	

出典：前回調査（JICA、2013）

(4) 交通機関分担モデル

1) 推計式の概要

交通機関分担モデル（集計ロジットモデル）は前回調査時に作成された数式を踏襲した。交通機関の選択行動は時間と費用を変数とするモデル式から規定され、さらに鉄道、航空、高速鉄道の交通機関については、将来的な収入変化（増加）がこれらの選択に影響するとしたダミー説明変数が含まれる。モデルは南北に長く経済・文化が大きく異なる地域特性を勘案し、3地域に分けてモデルが作成されている。

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_1) + \exp(V_2) + \exp(V_3) + \exp(V_4) + \exp(V_5)}$$

Where,

P_i : Modal share of transportation mode i

Car: $V_1 = a \times \text{Time}_1 + b \times \text{Cost}_1$

Bus: $V_2 = a \times \text{Time}_2 + b \times \text{Cost}_2 + \text{const}_2$

Rail: $V_3 = a \times \text{Time}_3 + b \times \text{Cost}_3 + \text{const}_3 + d_3 \times (\text{GDP/POP})$

AIR: $V_4 = a \times \text{Time}_4 + b \times \text{Cost}_4 + \text{const}_4 + d_4 \times (\text{GDP/POP})$

HSR: $V_5 = a \times \text{Time}_5 + b \times \text{Cost}_5 + \text{const}_5 + d_5 \times (\text{GDP/POP})$

Parameter	Coefficient		
	Area 1	Area 2	Area 3
a (Time : min)	-0.003132	-0.001443	-0.003056
b(Cost : VND 000)	-0.034587	-0.003893	-0.029576
d3(GDP/POP for Rail)	-0.26627	-0.12791	-0.00914
d4(GDP/POP for HSR)	0.033803	0.002579	0.019464
d5(GDP/POP for Air)	0.037187	0.005432	0.004403
const2(for Bus)	0.34746	0.18298	0.47840
const3(for Rail)	0.64879	0.08124	-0.00044
const4(for HSR)	-0.54423	0.140312	-0.49032
const5(for Air)	-1.48783	0.147549	-0.5237

出典：前回調査（JICA、2013）



図 2.8 : 地域区分とパラメータ推定結果

2) 時間及び費用

各交通機関に係る料金と時間のファクターについて以下の通り設定した。前回調査で設定された各値に実質的な経済成長を加味してアップデートを図った。

道路交通（自家用車、バス）の移動時間は実際の道路網を利用した際の最短時間経路を考え、在来線や高速鉄道についても、実際の鉄道ネットワークに沿った移動時間を設定した。また飛行機の移動時間に関しては当該空港間の直線距離を基に設定した。

表 2.7 : 各交通機関における時間及び費用にかかる条件

交通機関		料金 (VND/人・km)	乗車時間 (分)	駅施設までの移動 時間	搭乗手続き・ 待ち時間
自家用車	一般道路	629 *1	距離 / 平均速度 40km/h	0 分	0 分
	有料道路	1,021 *1	距離 / 平均速度 80km/h		
バス	一般道路	627 *1	距離 / 平均速度 32km/h	20 分	20 分
	有料道路	780 *1	距離 / 平均速度 64km/h		
既存鉄道		698 *1	距離 / 平均速度 60km/h	20 分	20 分
高速鉄道		900 *2	距離 / 平均速度 280km/h	各ゾーンと最寄りの高速鉄道駅との移動時間	20 分
航空		1,445 *3	距離 / 平均速度 600km/h	各ゾーンと最寄りの空港との移動時間	60 分

*1 年率の経済成長率を考慮, *2 航空や他の交通機関とのバランスを考慮,

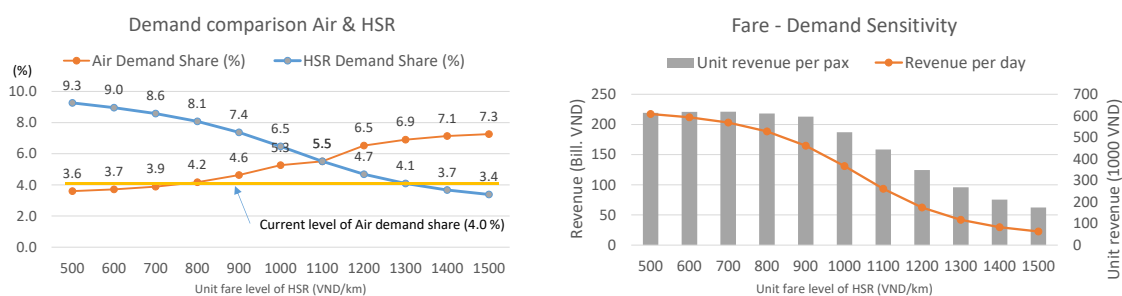
*3 ローコストキャリア(LCC)の台頭を考慮

出典：JICA 調査団

3) 高速鉄道の運賃に係る感度評価

高速鉄道の望ましい運賃レベルは、他の交通機関との競争性等の様々な見地から総合的に判断されるか、あるいは政策的に決定されるものである。よって望ましい料金設定水準を見極めるため、高速鉄道の運賃を様々に変化させた際の高速鉄道と航空との代替性を検討した感度分析を行った。在来線及び飛行機との料金水準バランス（両交通機関の中間となる水準）や過度な高速鉄道料金の引き下げに伴う航空業界の健全な発展を阻害しない等の観点より、現時点では 900 VND/km の料金水準を望ましいレベルとして設定した。

2016 年段階のベトナム全土における航空の分担率は 4.0%であり、航空分担率を維持していくためには高速鉄道の運賃レベルを最低限 800 VND/km 以上とする必要がある。一方、高速鉄道の運賃レベルを 900 VND/km 以上に設定した場合、乗客 1 人当たりの平均単価は大きく減少することが予測され、この事は料金をこれ以上高くすれば、長距離利用者が大きく減少し始める事を意味している。

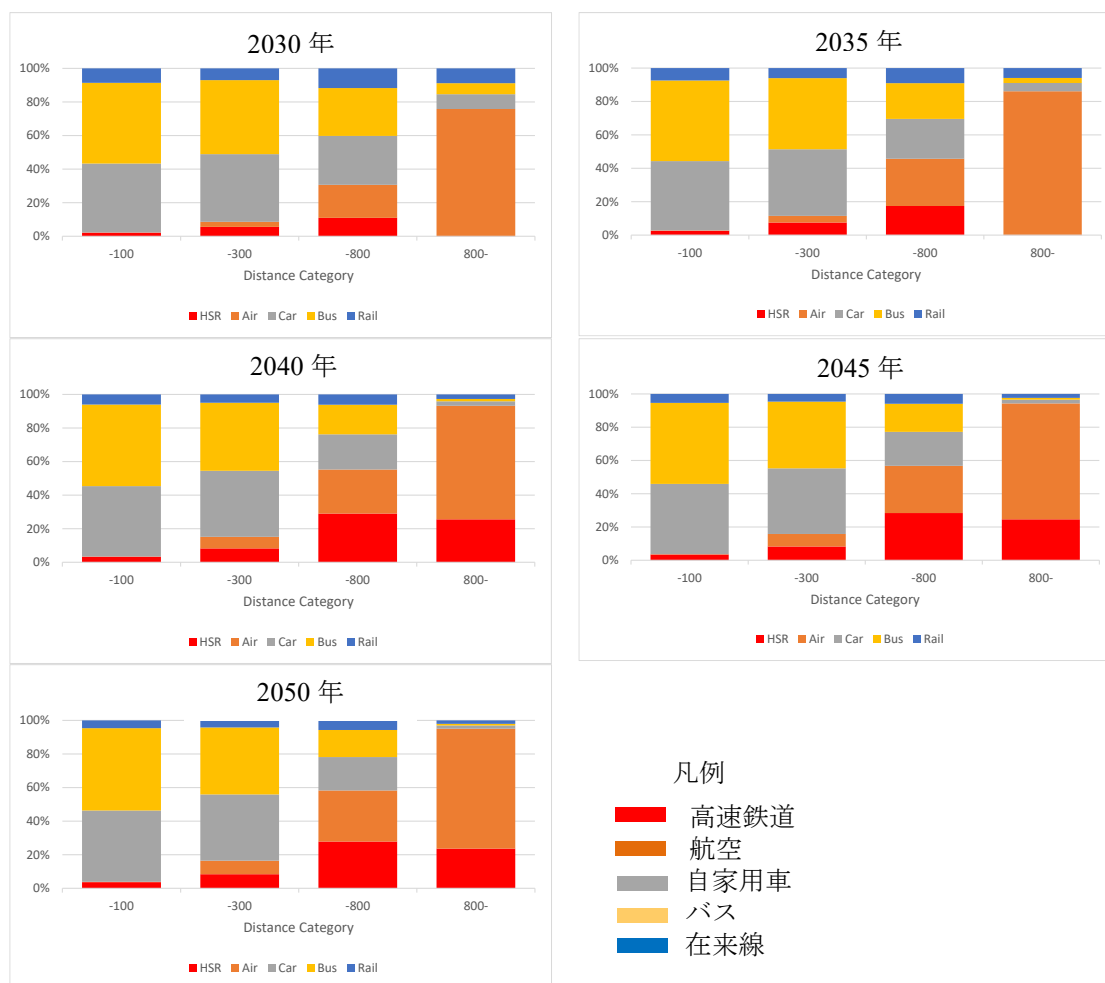


出典：JICA 調査団

図 2.9 : 高速鉄道の運賃に係る感度分析

4) 交通機関分担に係る一般特性

交通機関毎に、距離帯（100 km 未満、100～300 km、300～800 km、800 km 以上）に応じた輸送分担状況を下記に示した。モデル推計の結果、高速鉄道の利用者は移動距離が 300～800 km のカテゴリーで全交通機関を通して分担率が最大であり、この距離帯の移動交通機関として強い競争力を持つと考える。しかし、暫定整備段階である 2030 年と 2035 年の検討結果では、整備区間の延長が 400 km 程度以内であるため、この傾向は当てはまらない。



出典：JICA 調査団

図 2.10：移動距離別の交通機関分担の予測結果

2.2.3 基本 OD 表の改訂

(1) 旅客

予測対象年度における全交通機関の全国旅客輸送量合計の推移を下記に示した。その結果、旅客輸送量全体は今後も増加を続けるものの、前回調査で設定した予測の伸びに比べて緩やかとなる傾向にある。ただし、2030 年頃までの推移は前回調査で設定した予測よりも大きくなっている。この理由は前回調査時から 2016 年までの実績の伸びが予測より上回っていたことが反映されているためである。

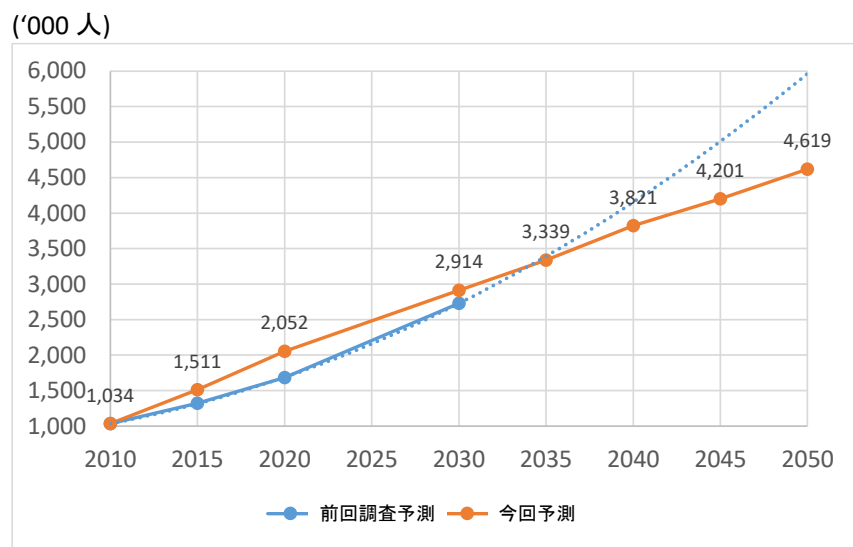


図 2.11：全交通機関の旅客輸送量推移の予測結果

(2) 貨物

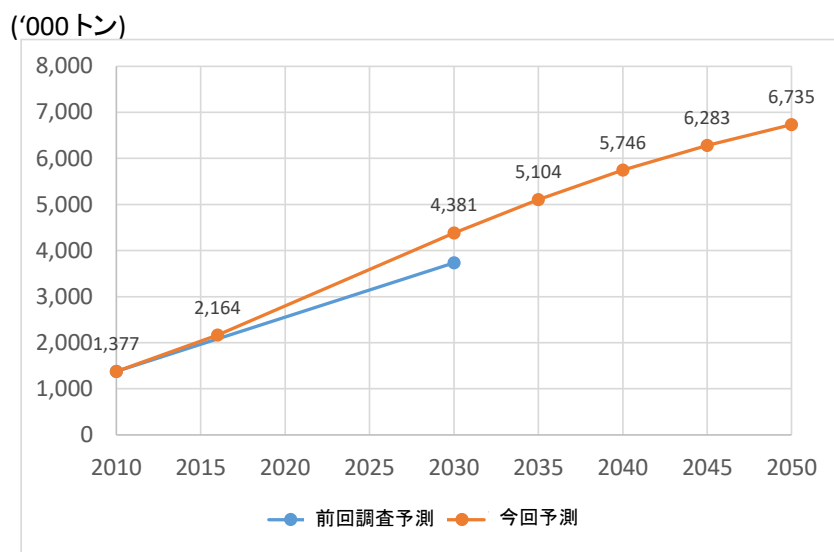


図 2.12：全輸送機関の貨物輸送量推移の予測結果

2.2.4 関連運輸インフラ計画

(1) ロンタイン国際空港

ホーチミン地域に新たに建設が予定されているロンタイン国際空港は、旅客及び貨物の急激な増加により処理能力の不足が懸念される現タンソンニャット国際空港に代わり、ホーチミン中心部から約 50 km 北側の Dong Nai 省に建設が予定されている。第 1 フェーズの開始は 2025 年頃に予定されており、最終的には年間約 1 億人の旅客をカバーする計画である。既存のタンソンニャット国際空港はそのまま補完的役割として残される計画である。

JICA が実施した新空港の F/S 調査結果等によれば、想定される旅客及び貨物需要は以下の通りとされる。

表 2.8 : ホーチミンエリアから発生する空港利用需要

年	1 日当たり旅客量 (千人)
2020	25,000
2030	44,000

出典：Vietnam Business Vol. 23 (Lai Vien Co., Ltd, 2012)¹

表 2.9 : 整備フェーズごとの空港取扱い可能容量

フェーズ	開業年	容量	
		旅客 (千人/日)	貨物 (千トン/日)
フェーズ 1	2025	25,000	770
フェーズ 2	2035	52,000	1,400
フェーズ 3	2035 年以降	100,000	5,000

出典：Vietnam Business Vol. 23 (Lai Vien Co., Ltd, 2012)

高速鉄道の 1 つの駅として設置が計画されているロンタイン国際空港駅では、高速鉄道利用者は空港利用者に特化することが想定される。こうした新空港の利用者、特に国際線利用者の人数は、現在想定されている国内旅客 OD 表には反映されていないため、新たにその利用者の推定が必要である。このため、下記に示す新空港の需要に応じて高速鉄道の利用者数を予測する。

表 2.10 : 段階整備計画とこれに応じた処理能力

年	ホーチミンからの空港需要 (千人/年)	タンソンニャット国際空港		ロンタイン国際空港	
		容量 (千人/年)	需要 (千人/年)	容量 (千人/年)	需要 (千人/年)
2030	44,000	20,000	20,000	25,000	24,000
2035	56,000	20,000	20,000	52,000	36,000
2040	72,000	20,000	20,000	52,000	52,000
2045	87,000	20,000	20,000	100,000	67,000
2050	106,000	20,000	20,000	100,000	86,000

出典：JICA 調査団

¹ Lai Vien Co., Ltd (2012) 「過密するタンソンニャット国際空港とロンタン新国際空港計画の行方(後編)」『Vietnam Business』第 23 回、2012 年 3 月発行、<http://www.laivien.com/uploads/access/Vol.23.pdf> (2019 年 7 月 1 日参照)

(2) 在来線改良計画

在来線に係る改良計画がベトナム国内で検討されているが、最終的な整備形態はいまだ決定していない。在来線の改良は高速鉄道の利用動向に大きく影響するため、本調査の中で高速鉄道の整備と合わせて検討する必要がある。このため、在来線の改良案と高速鉄道の整備案を組み合わせたいくつかのシナリオを設定し、結果的に望ましい在来線の整備方針を調査の中で提言した。

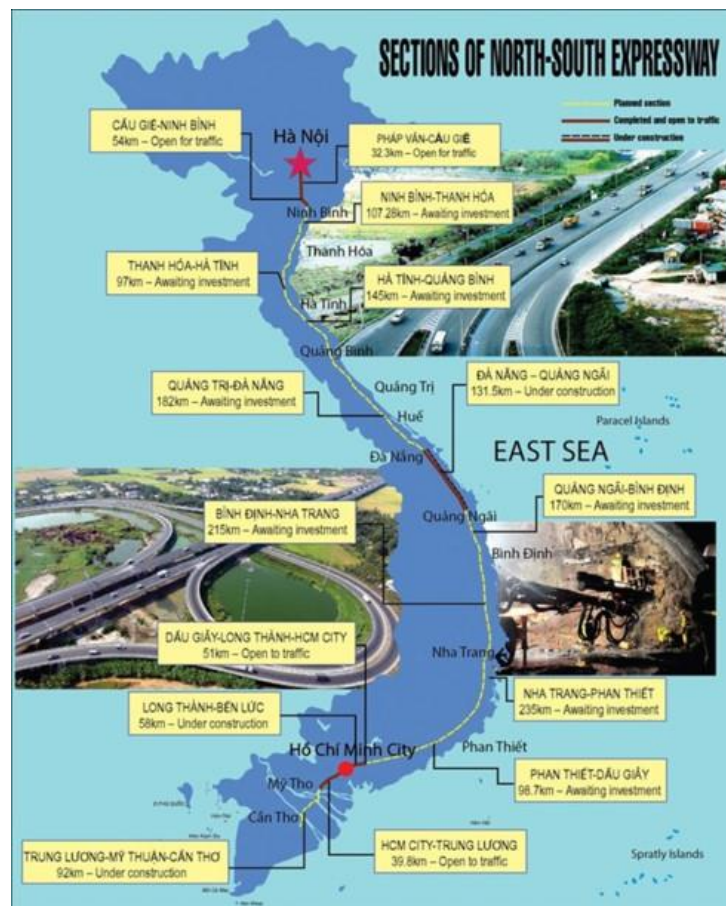
(3) 南北幹線道路網

ハノイ - ホーチミン間の幹線道路網としては将来的に 4 路線が計画されている。すなわち、高速道路（エクスプレスウェイ）、国道 1 号、海岸道路（コースタルロード）、ハノイ - ホーチミン道路（既存当該国道のリハビリ）の 4 路線である。このうちでは、高速道路の「ハノイ - ニンビン」「ホーチミン市近郊」の区間のみが整備済みであり、その他の道路は工事中もしくは未整備である。上記 4 路線の概要は次の通りであり、個々の道路に係る交通容量等は後述する 2.2.6 章に記載した。

表 2.11 : ハノイ - ホーチミン間の主要幹線道路の概要

道路名	車線数	供用時期	備考
高速道路	4	供用	一部区間でのみ供用
国道 1 号	4 - 8	2030 年	
海岸道路	2	2030 年	
ハノイ - ホーチミン道路	4	2030 年	

出典：ローカルコンサルタント



注：Hà Nội（ハノイ）、Huế（フエ）、Đà Nẵng（ダナン）、Hồ Chí Minh（ホーチミン）

出典：交通運輸省

図 2.13：南北高速道路

2.2.5 予測シナリオ（二段階整備ケース）

(1) 鉄道インフラの整備・改良計画

鉄道インフラの整備・改良計画について、ベトナム関係機関は VITRANSS2 及び前回調査時から継続的に整備案を検討しており、在来線については下記に示す通り 4 つの改良レベルが想定されている。

高速鉄道の整備については、2030 年に「ハノイ - ビン」「ニャチャン - ホーチミン」の区間だけを暫定供用し、2040 年に全線整備するケースを想定する。交通需要検討の対象年度は 2030 年（暫定供用開始）、2035 年（暫定供用 5 年後）、2040 年（全線供用開始）、2045 年（全線供用 5 年後）、2050 年（暫定供用 10 年後）である。

表 2.12：在来線及び高速鉄道の整備レベル

	レベル	在来線の整備内容
在来線	A1	単線、軌間 1,000 mm（運行速度 約 60 km/h）
	A2	単線、軌間 1,000 mm（運行速度 約 70 km/h）
	B1	複線、軌間 1,000 mm（運行速度 約 120 km/h）
	B2	複線、軌間 1,435 mm（運行速度 約 200 km/h） ²
高速鉄道	H1	運行最高速度 200 km/h、貨客併用
	H2	運行最高速度 320 km/h、旅客専用

出典：JICA 調査団

(2) 整備シナリオ（在来線及び高速鉄道の整備ケース組み合わせ）

ローカルコンサルタントとの協議に基づき、表 2.13 に示す 3 つの将来整備シナリオを設定した。シナリオ 1 は、メートル軌の既存単線鉄道を速度 70 km/h のレベル A2 に改良し、高速鉄道を整備しない。シナリオ 2 は、既存の鉄道を標準軌複線鉄道、速度を 200 km/h のレベル B2 に向上し、高速鉄道は整備しない。シナリオ 3 は、メートル軌の既存単線鉄道を速度 70 km/h のレベル A2 まで改良し、加えて高速鉄道（H2）を整備する。

なお、準高速鉄道の新線で建設し貨客併用とする H1 は、在来線のレベル B2 と整備効果が同程度にもかかわらず、高速鉄道 H2 と同程度の費用を要し、費用対効果が明らかに小さいため、ローカルコンサルタントとの協議に基づきシナリオ分析に含めない。

シナリオ 1 と 2 は在来線の改良のみを想定しており、高速鉄道がない場合に将来の交通需要を賄えるか確認するために実施した。シナリオ 3 は高速鉄道の整備を想定したケースである。

表 2.13：在来線と高速鉄道を組み合わせた整備シナリオ

シナリオ	在来線の整備レベル	高速鉄道
シナリオ 1	A2	なし
シナリオ 2	B2	なし
シナリオ 3	A2	H2（旅客のみ、運行最高速度 320 km/h）

出典：JICA 調査団

2.2.6 予測結果（二段階整備ケース）

(1) 潜在的な各交通機関の旅客需要

上記で設定した 3 つのシナリオに応じた交通需要予測結果を示した。全線整備された場合の高速鉄道の利用者割合は、全交通機関の約 7%を占める結果となった。

² 前回調査では B2 レベルの最高速度は 150 km/h とされていたが、本調査ではローカルコンサルタントとの協議に基づき、B2 レベルの運行速度 200 km/h と想定し需要予測を行った。

表 2.14 : 交通機関毎の旅客需要予測結果

Unit: Pax/day								
Senario 1	No	Year	Car	Bus	Existing Rail (A2)	HSR	Air line	Total
	1	2030	1,061,100	1,208,277	338,557	0	164,661	2,772,595
	2	2035	1,231,583	1,386,642	326,454	0	227,689	3,172,368
	3	2040	1,423,610	1,593,221	321,018	0	287,144	3,624,993
	4	2045	1,576,057	1,757,671	312,493	0	333,444	3,979,665
	5	2050	1,744,390	1,939,514	300,073	0	384,322	4,368,299
Senario 2	No	Year	Car	Bus	Existing Rail (B2)	HSR	Air line	Total
	1	2030	1,039,905	1,185,472	442,347	0	104,871	2,772,595
	2	2035	1,210,200	1,364,512	444,410	0	153,246	3,172,368
	3	2040	1,401,584	1,570,765	449,209	0	203,435	3,624,993
	4	2045	1,553,804	1,735,152	446,522	0	244,187	3,979,665
	5	2050	1,722,127	1,917,124	438,972	0	290,076	4,368,299
Senario 3	No	Year	Car	Bus	Existing Rail (A2)	HSR	Air line	Total
	1	2030	1,030,073	1,174,277	322,225	84,120	162,036	2,772,730
	2	2035	1,181,892	1,333,658	301,567	133,040	222,909	3,173,066
	3	2040	1,363,484	1,528,882	271,871	279,394	176,835	3,620,465
	4	2045	1,503,131	1,684,721	264,001	303,353	221,149	3,976,355
	5	2050	1,666,249	1,856,206	251,929	330,811	257,377	4,362,571
Unit: %								
Senario 1	No	Year	Car	Bus	Existing Rail (A2)	HSR	Air line	Total
	1	2030	38.3%	43.6%	12.2%	0.0%	5.9%	100.0%
	2	2035	38.8%	43.7%	10.3%	0.0%	7.2%	100.0%
	3	2040	39.3%	44.0%	8.9%	0.0%	7.9%	100.0%
	4	2045	39.6%	44.2%	7.9%	0.0%	8.4%	100.0%
	5	2050	39.9%	44.4%	6.9%	0.0%	8.8%	100.0%
Senario 2	No	Year	Car	Bus	Existing Rail (B2)	HSR	Air line	Total
	1	2030	37.5%	42.8%	16.0%	0.0%	3.8%	100.0%
	2	2035	38.1%	43.0%	14.0%	0.0%	4.8%	100.0%
	3	2040	38.7%	43.3%	12.4%	0.0%	5.6%	100.0%
	4	2045	39.0%	43.6%	11.2%	0.0%	6.1%	100.0%
	5	2050	39.4%	43.9%	10.0%	0.0%	6.6%	100.0%
Senario 3	No	Year	Car	Bus	Existing Rail (A2)	HSR	Air line	Total
	1	2030	37.2%	42.4%	11.6%	3.0%	5.8%	100.0%
	2	2035	37.2%	42.0%	9.5%	4.2%	7.0%	100.0%
	3	2040	37.7%	42.2%	7.5%	7.7%	4.9%	100.0%
	4	2045	37.8%	42.4%	6.6%	7.6%	5.6%	100.0%
	5	2050	38.2%	42.5%	5.8%	7.6%	5.9%	100.0%

出典：JICA 調査団

これらの潜在的な交通機関別の利用者需要の OD 表について、各交通機関の実質的な交通容量を想定した上で、簡易な配分予測を行った。特に在来線の容量は極めて限定的であるため、上記で推計された潜在的需要の多くが他の交通機関にシフトする結果となる。そのため南北回廊の断面で見た各交通機関の容量と需要のギャップ分析結果を 2.2.7 章に示した。

表 2.15 : 対象予測年度ごとの道路交通容量

Current			Plan	North		Central			South	
				N1	N2	C1	C2	C3	S1	S2
				Hanoi - Thanh Hoa	Thanh Hoa - Vinh	Vinh - Hue	Hue - Da Nang	Da Nang - Nha Trang	Nha Trang - Phan Thiet	Phan Thiet - HCMC
Roads	# lane	National Highway	4 - 6	4 - 6 (4)	4	4	4	4	4	2 - 4 (4)
		Expressway	4 - 8	0 - 4 (4)	-	-	-	0 - 4 (0)	-	0 - 6 (4)
		Coastal Rd.	2	-	-	-	-	-	-	-
		Hanoi-HCMC Rd.	4	2	2	2	2	2	2	2
	Capacity	National Highway	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Expressway	pcu/day	55,300	-	-	-	-	-	55,300
		Coastal Rd.	pcu/day	-	-	-	-	-	-	-
		Hanoi-HCMC Rd.	pcu/day	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Total	pcu/day	113,100	57,800	57,800	57,800	57,800	57,800	113,100
2030	# lane	National Highway	4 - 6	4	4	4	4	4	4	4
		Expressway	4 - 8	6 - 8 (4)	4	4	4	4	4	4 - 6 (4)
		Coastal Rd.	2	2	2	0 - 2 (0)	2	0 - 2 (0)	-	-
		Hanoi-HCMC Rd.	4	2	2	2	2	2	2	2
	Capacity	National Highway	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Expressway	pcu/day	55,300	55,300	55,300	55,300	55,300	55,300	55,300
		Coastal Rd.	pcu/day	14,600	14,600	-	14,600	-	-	-
		Hanoi-HCMC Rd.	pcu/day	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Total	pcu/day	127,700	127,700	113,100	127,700	113,100	113,100	113,100
2040～	# lane	National Highway	4 - 6	4	4	4	4	4	4	4
		Expressway	4 - 8	6 - 8 (4)	4	4	4	4	4	4 - 6 (4)
		Coastal Rd.	2	2	2	0 - 2 (2)	2	0 - 2 (2)	2	2
		Hanoi-HCMC Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4
	Capacity	National Highway	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Expressway	pcu/day	55,300	55,300	55,300	55,300	55,300	55,300	55,300
		Coastal Rd.	pcu/day	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600
		Hanoi-HCMC Rd.	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Total	pcu/day	161,500	161,500	161,500	161,500	161,500	161,500	161,500
2045～	# lane	National Highway	4 - 6	4	4	4	4	4	4	4
		Expressway	4 - 8	6 - 8 (6)	4	4	4	4	4	4 - 6 (6)
		Coastal Rd.	2	2	2	0 - 2 (2)	2	0 - 2 (2)	2	2
		Hanoi-HCMC Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4
	Capacity	National Highway	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Expressway	pcu/day	93,550	93,550	55,300	55,300	55,300	55,300	93,550
		Coastal Rd.	pcu/day	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600
		Hanoi-HCMC Rd.	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Total	pcu/day	199,750	199,750	161,500	161,500	161,500	161,500	199,750
2050～	# lane	National Highway	4 - 6	4	4	4	4	4	4	4
		Expressway	4 - 8	6 - 8 (6)	6	4	4	4	4	4 - 6 (6)
		Coastal Rd.	2	2	2	0 - 2 (2)	2	0 - 2 (2)	2	2
		Hanoi-HCMC Rd.	4	4	4	4	4	4	4	4
	Capacity	National Highway	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Expressway	pcu/day	93,550	93,550	55,300	55,300	55,300	55,300	93,550
		Coastal Rd.	pcu/day	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600	14,600
		Hanoi-HCMC Rd.	pcu/day	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800	45,800
		Total	pcu/day	199,750	199,750	161,500	161,500	161,500	161,500	199,750

注：NH（国道1号）、Expressway（高速道路）、Coastal Rd.（海岸道路）、Hanoi-HCMC Rd.（ハノイ - ホーチミン道路）それぞれの道路は表 2.11 に概要を記載。Hanoi（ハノイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、HCMC（ホーチミン）

出典：ローカルコンサルタント

表 2.16 : 他の交通機関の交通容量

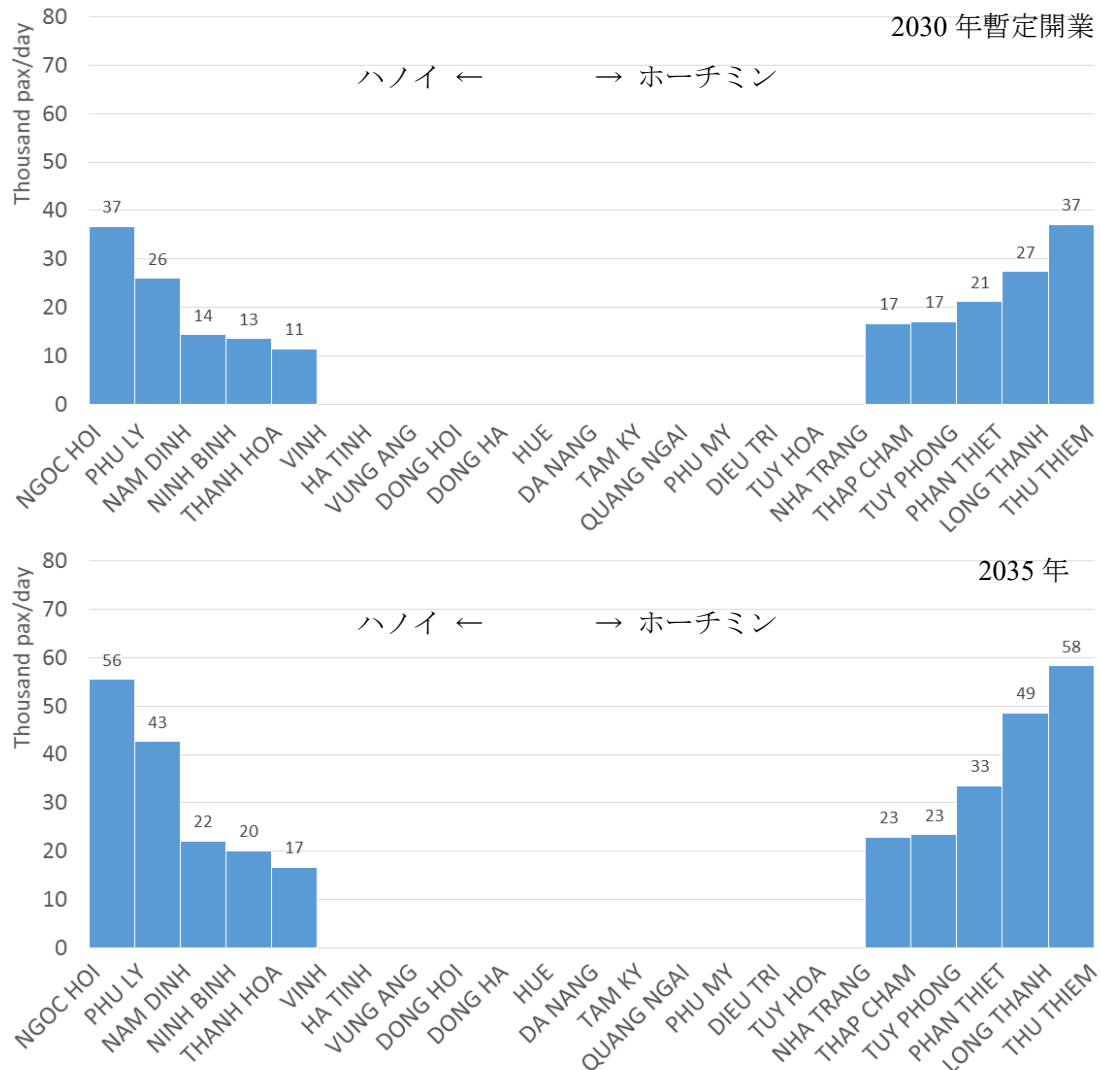
Transportation modes	Description	Capacity	
		Number of train sets /flight	Passengers per train/flight
Existing Rail	Single Track (A1)	32 train/day	600 pax / train
	Single Track (A2)	50 train/day	600 pax / train
	Double Track (B1, B2)	170 train/day	600 pax / train
HSR	Passenger Only (H2)	300 train/day	740 pax / train (- 2040) 1220 pax / train (2040 -)
Air	Hanoi side	366 flight/day	Average 264 seats / flight
	HCMC side	492 flight/day	Average 264 seats / flight

出典：ローカルコンサルタント

(2) 断面需要

高速鉄道の南北回廊における断面需要量（駅間利用者数、両方向）は以下の通りである。

北部区間（ノックホイ - ビン）と南部区間（ニャチャン - トゥティエム）の断面量はほぼ同等である。しかしながら、北部区間の特徴としてハノイに近い短距離の駅間で利用者が多く、これらの多くが通勤需要であると想定される。

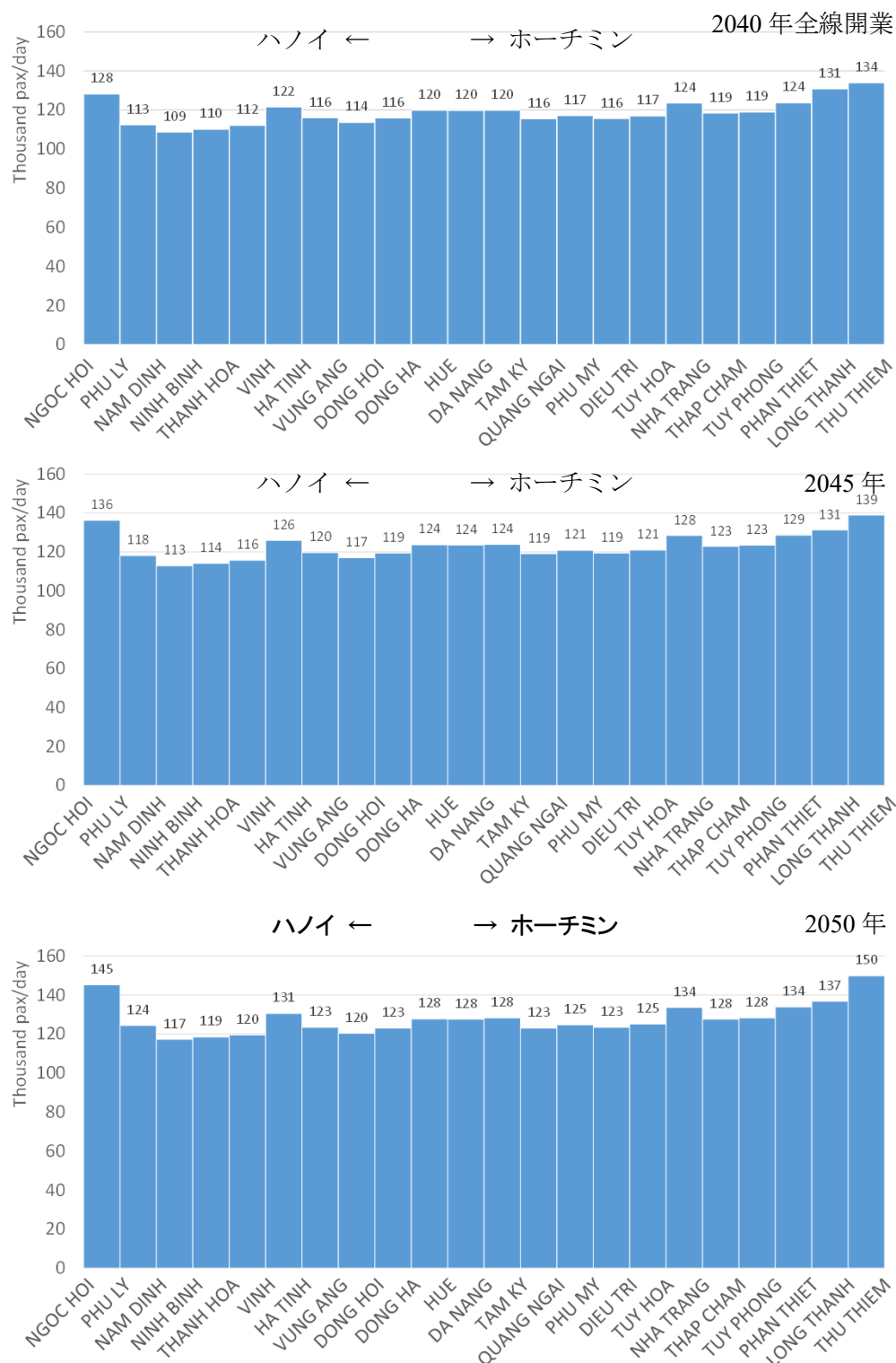


注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥティエム）

出典：JICA 調査団

図 2.14：高速鉄道の駅間利用者数（2030 年、2035 年）

一方、2040 年以降の全線整備時においては、高速鉄道の利用者は大幅に増加することが期待される。これは高速鉄道が持つ強みである中長距離の旅客需要が飛躍的に増加するためである。特に、ハノイ - ホーチミンの長距離トリップにおいても両都市間の移動において、多数の高速鉄道利用が期待される。



注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥティエム）

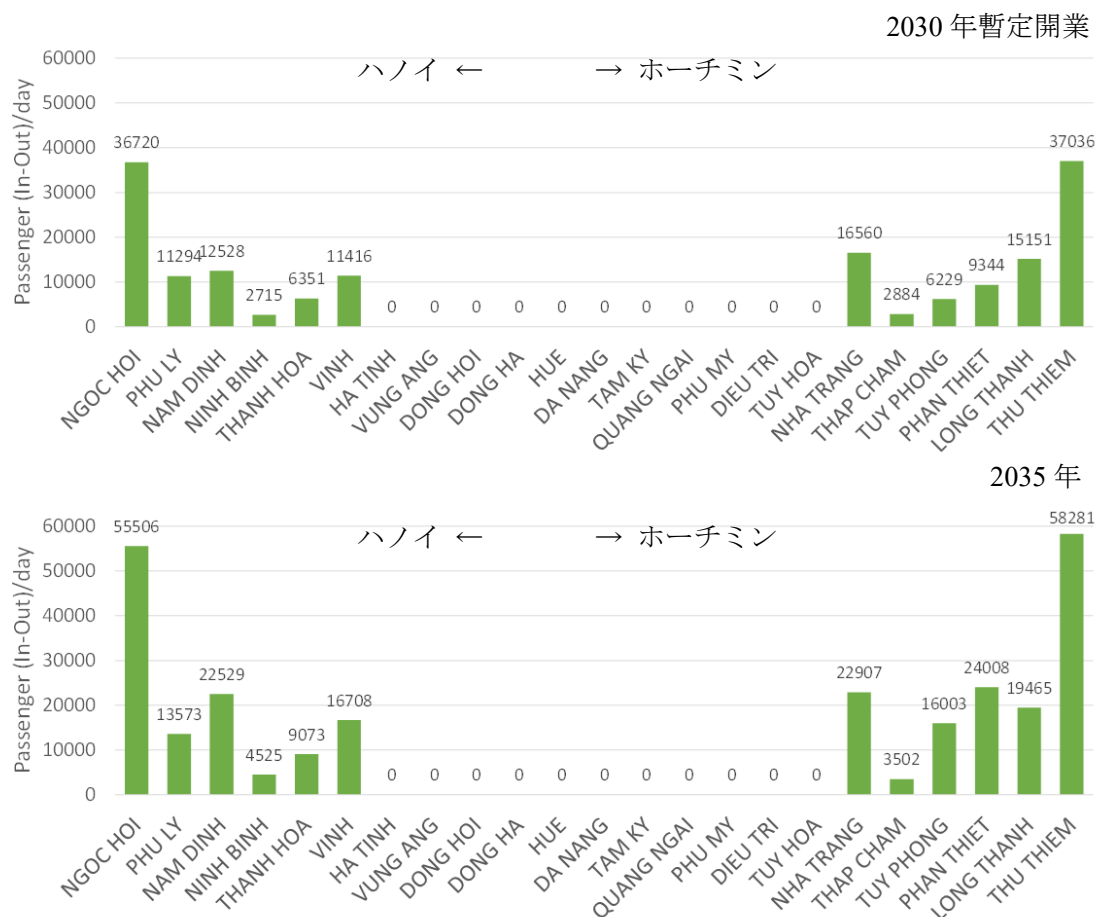
出典：JICA 調査団

図 2.15：高速鉄道の駅間利用者数（2040 年、2045 年、2050 年）

(3) 駅別利用者数

各駅における利用者数（両方向）の予測結果を以下に示した。

予測の結果、トゥティエム駅での利用者数は 2030 年段階で 1 日当たり 37,000 人を超える。次いで利用者数の多い駅はノックホイ駅である。また Phu Ly 駅、Nam Dinh 駅、ビン駅、ニャチャン駅、ロンタイン駅がこれら 2 つの駅に次いで利用者が多い駅で、それぞれ 1 日当たりの利用者は 2030 年時点で 10,000 人を超える。2035 年にはこれらの各利用者数はおおよそ 50 % の増加が期待される。



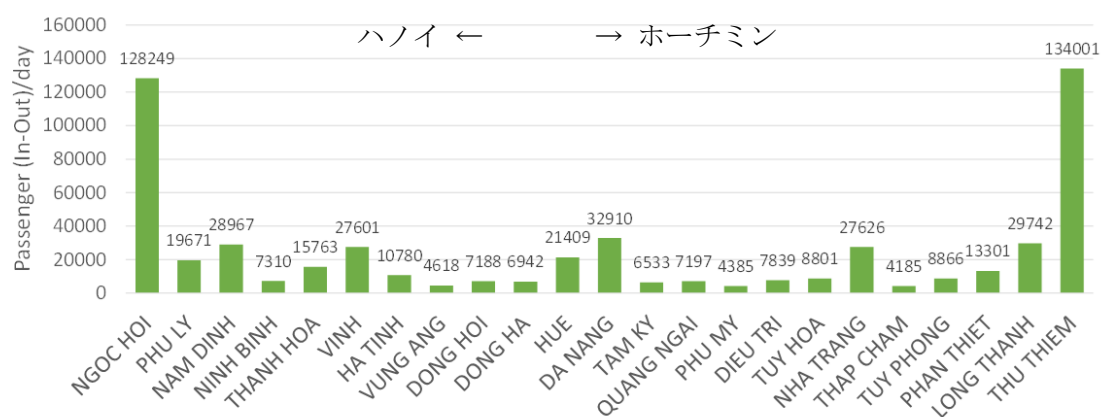
注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥティエム）

出典：JICA 調査団

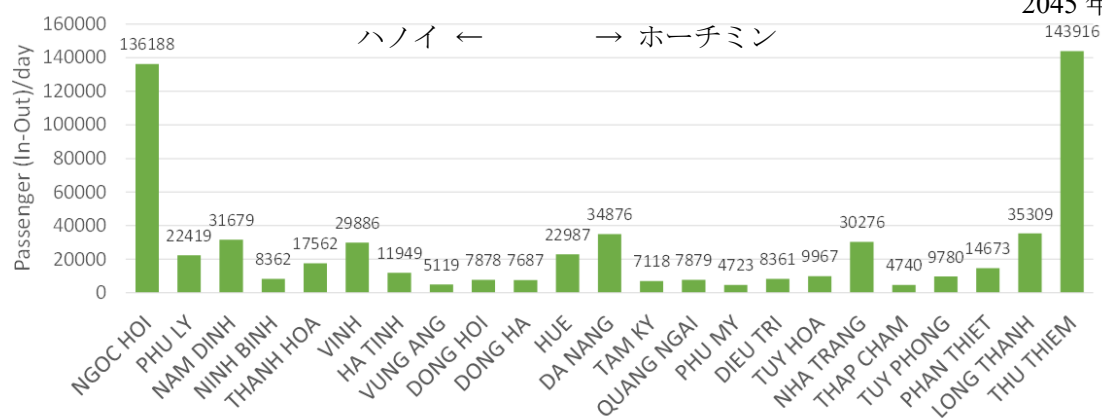
図 2.16：高速鉄道の各駅別利用者数（2030 年、2035 年）

2040 年の全線整備以降について、最も乗降数が多い駅はトゥティエム駅である。この理由の一つにロンタイン空港を利用する人々の高速鉄道利用が大きく伸びる点が考えられる。

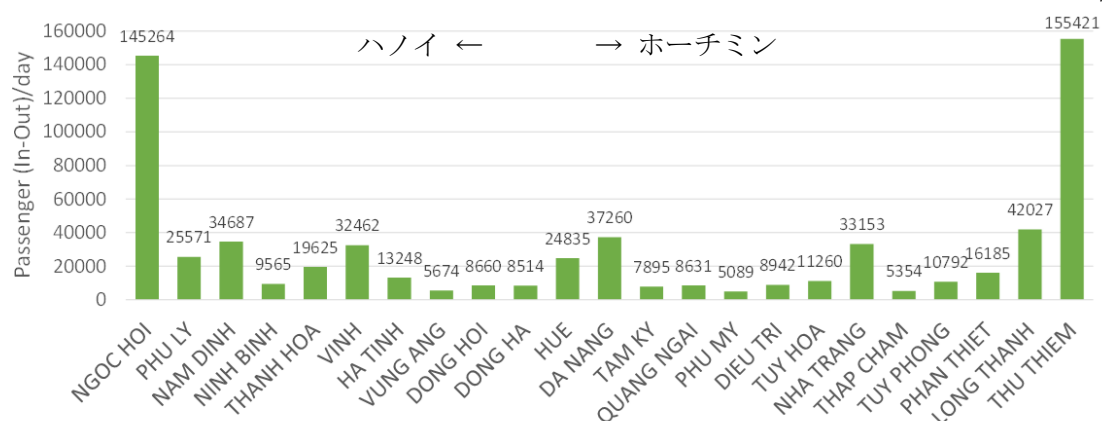
2040 年全線開業



2045 年



2050 年



注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥティエム）

出典：JICA 調査団

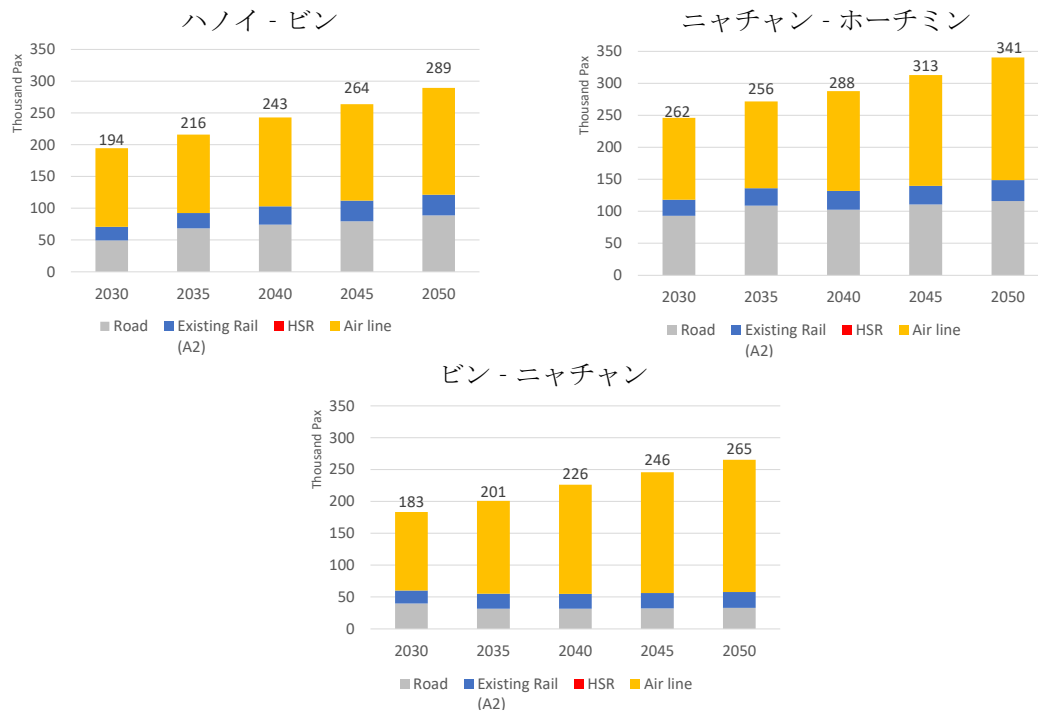
図 2.17：高速鉄道の各駅別利用者数（2040 年、2045 年、2050 年）

2.2.7 予測結果の評価及び分析

(1) 断面輸送量の推移と交通機関分担

1) 在来線 A2 整備（シナリオ 1）

予測の結果、ニャチャン - ホーチミン区間の利用者数が他の区間に比べて多い結果となった。在来線の利用者数は容量の限界からきわめて限定された利用である。



出典：JICA 調査団

図 2.18：各区間における交通機関分担及び利用者数の推移（シナリオ 1）

2) 在来線 B2 整備（シナリオ 2）

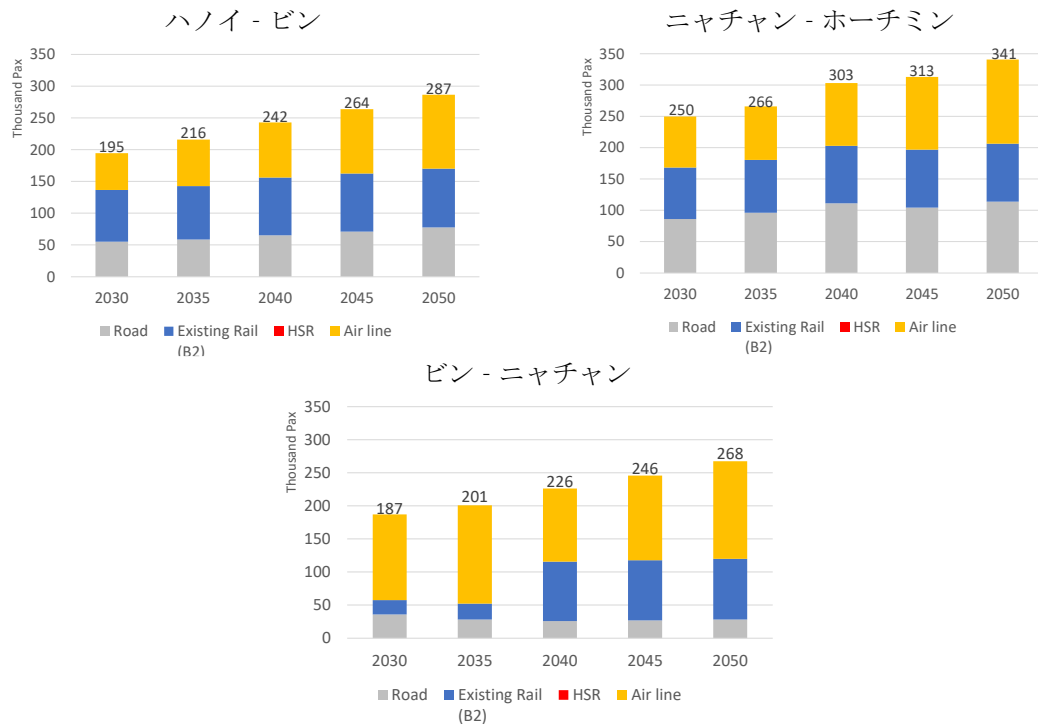


図 2.19：各区間における交通機関分担及び利用者数の推移（シナリオ 2）

3) 高速鉄道及び在来線 A2 整備（シナリオ 3）

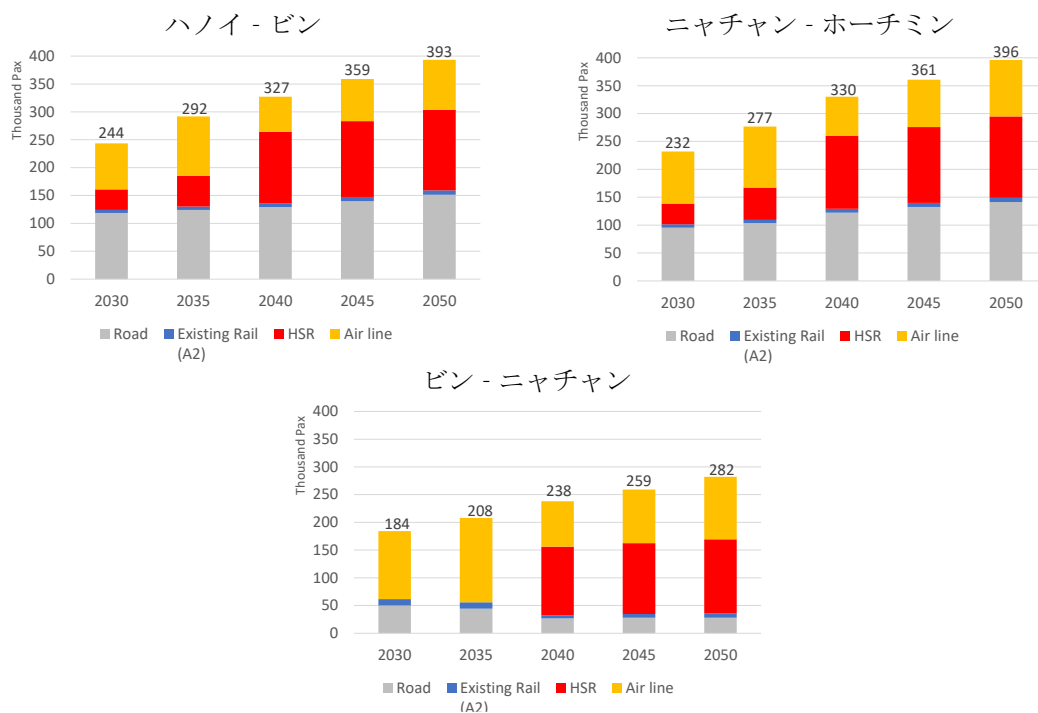
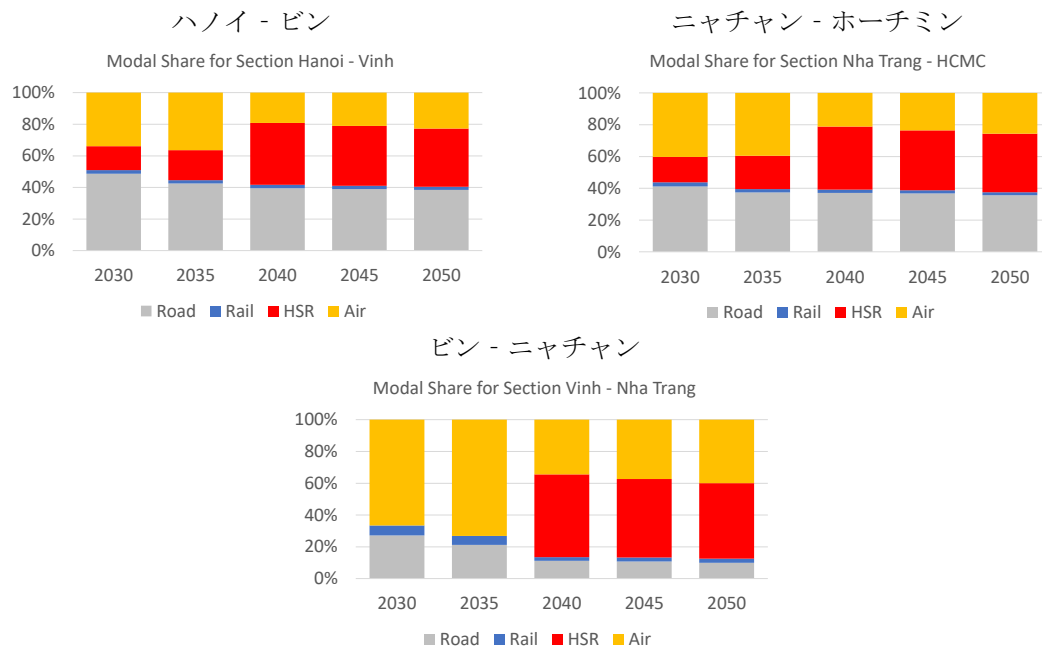


図 2.20：各区間における交通機関分担及び利用者数の推移（シナリオ 3）

4) 高速鉄道及び在来線 A2 整備の時の交通機関分担特性

全線整備完成前の 2040 年以前の高速鉄道の分担は約 15%と推定された。これに対して、高速鉄道が全線整備された際には高速鉄道の分担は約 40%にまで増加する。



出典：JICA 調査団

図 2.21：シナリオ 3 における交通機関分担

(2) 各交通機関別の需給ギャップ分析

1) 在来線 A2 整備（シナリオ 1）

シナリオ 1 での整備の場合、断面における需給バランスは過不足が発生する。特に在来線容量と航空に関しては、2030 年代からインフラ容量の不足が顕著にみられる。

表 2.17 : 断面における各交通機関の需給ギャップ (シナリオ 1)

2030 A2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	39,959	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	34,450	
	Rail	Existing Rail		11,528	
		HSR		0	
	Air			124,244	
	Total			210,182	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		16,689	
		Freight		61,161	
		Sub total		77,849	
	Existing Rail	Passenger		20	
		Freight		36	
		Sub total		56	
	HSR			-	
	Air			471	
Capacity	Road(pcu)	Minimum section		119,357	
	Existing Rail			50	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.65	OK
	Rail (Freight)	Capacity - Volume	Train/day	-6	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	-	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	-42	Insufficient

2035 A2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	31,900	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	30,380	
	Rail	Existing Rail		12,162	
		HSR		0	
	Air			145,911	
	Total			220,353	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		13,674	
		Freight		70,713	
		Sub total		84,387	
	Existing Rail	Passenger		21	
		Freight		42	
		Sub total		63	
	HSR			0	
	Air			553	
Capacity	Road(pcu)			119,357	
	Existing Rail			50	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.71	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-13	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	-	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	-124	Insufficient

2040 A2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	33,560	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	31,853	
	Rail	Existing Rail		12,811	
		HSR		0	
	Air			169,739	
	Total			247,962	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		14,372	
		Freight		81,642	
		Sub total		96,014	
	Existing Rail	Passenger		22	
		Freight		45	
		Sub total		67	
	HSR			0	
	Air			643	
Capacity	Road(pcu)			161,500	
	Existing Rail			50	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.59	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-17	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	-	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	-214	Insufficient

2045 A2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	35,212	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	33,440	
	Rail	Existing Rail		13,480	
		HSR		0	
	Air			187,429	
	Total			269,560	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		15,082	
		Freight		90,894	
		Sub total		105,976	
	Existing Rail	Passenger		23	
		Freight		46	
		Sub total		69	
	HSR			0	
	Air			710	
Capacity	Road(pcu)			177,893	
	Existing Rail			50	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.60	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-19	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	0	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	-281	Insufficient

2050 A2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	37,245	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	36,216	
	Rail	Existing Rail		14,177	
		HSR		0	
	Air			204,797	
	Total			292,436	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		16,056	
		Freight		99,656	
		Sub total		115,712	
	Existing Rail	Passenger		24	
		Freight		47	
		Sub total		71	
	HSR			0	
	Air			776	
Capacity	Road(pcu)			177,893	
	Existing Rail			50	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.65	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-21	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	0	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	-347	Insufficient

注：NH（国道1号）、Expressway（高速道路）、Coastal Rd.（海岸道路）、Hanoi-HCMC Rd.（ハノイ - ホーチミン道路）それぞれの道路は表 2.11 に概要を記載。

出典：JICA 調査団

2) 在来線 B2 整備（シナリオ 2）

仮に在来線を B2 レベルで整備した場合であっても在来線の容量不足は 2030 年より露見すると予測される。その後 2045 年に至るまでの毎年、この在来線の容量不足は拡大する一方である。このことは、鉄道インフラにおいて新たなインフラ整備による容量の拡大を図る必要性を示している。この点で、高速鉄道を整備することは将来的な容量拡大の面で望ましい解決方策の一つと考えられ、2030 年代より可能な限り早いタイミングで整備に取り掛かることが望まれる。

表 2.18 : 断面における各交通機関の需給ギャップ (シナリオ 2)

2030 B2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	29,736	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	29,588	
	Rail	Existing Rail		103,213	
		HSR		0	
	Air			52,460	
	Total			214,997	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		12,901	
		Freight		76,451	
		Sub total		89,352	
	Existing Rail	Passenger		151	
		Freight		27	
		Sub total		178	
	HSR			-	
	Air			199	
Capacity	Road(pcu)			161,529	
	Existing Rail			170	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.55	OK
	Rail (Freight)	Capacity - Volume	Train/day	-8	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	-	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	230	OK

2035 B2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	24,718	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	24,060	
	Rail	Existing Rail		98,715	
		HSR		0	
	Air			72,851	
	Total			220,343	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		10,659	
		Freight		88,391	
		Sub total		99,050	
	Existing Rail	Passenger		144	
		Freight		32	
		Sub total		176	
	HSR			0	
	Air			276	
Capacity	Road(pcu)			161,529	
	Existing Rail			170	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.61	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-6	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	-	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	153	OK

2040 B2				All section Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	27,130	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	26,323	
	Rail	Existing Rail		100,998	
		HSR		0	
	Air			93,505	
	Total			247,957	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		11,688	
		Freight		100,646	
		Sub total		112,335	
	Existing Rail	Passenger		147	
		Freight		36	
		Sub total		183	
	HSR			0	
	Air			355	
Capacity	Road(pcu)			204,329	
	Existing Rail			170	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.55	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-13	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	-	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	74	OK

2045 B2				All section Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	29,220	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	28,343	
	Rail	Existing Rail		102,243	
		HSR		0	
	Air			109,746	
	Total			269,553	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		12,588	
		Freight		110,806	
		Sub total		123,393	
	Existing Rail	Passenger		149	
		Freight		39	
		Sub total		188	
	HSR			0	
	Air			416	
Capacity	Road(pcu)			204,329	
	Existing Rail			170	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	Evaluation
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.60	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-18	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	0	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	13	OK

2050 B2				All section	
				Hanoi - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	31,659	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	30,696	
	Rail	Existing Rail		103,374	
		HSR		0	
	Air			127,436	
	Total			293,165	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		13,637	
		Freight		120,352	
		Sub total		133,988	
	Existing Rail	Passenger		151	
		Freight		42	
		Sub total		193	
	HSR			0	
	Air			483	
Capacity	Road(pcu)			204,329	
	Existing Rail			170	
	HSR			0	
	Air			366 - 492	
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.66	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-23	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	0	-
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	-54	Insufficient

注：NH（国道1号）、Expressway（高速道路）、Coastal Rd.（海岸道路）、Hanoi-HCMC Rd.（ハノイ - ホーチミン道路）それぞれの道路は表 2.11 に概要を記載。

出典：JICA 調査団

3) 高速鉄道及び在来線 A2 整備（シナリオ 3）

在来線 B2 整備のシナリオで検討の通り、2030 代には新たな鉄道インフラの建設を行い容量の拡大を図ることが望まれる。ただし、2030 年代の早期段階で高速鉄道のような大規模事業を全線で整備することは、時間とコストの両面から現実的には難しい。このため、前回調査等で提言された通り、優先区間とされる北部区間（ハノイ - ビン）と南部区間（ニャチャン - ホーチミン）のみを先行整備し、残りの区間を 2040 年代に整備することが現実的と考えられる。この場合、整備完了前となる 2040 年以前では、在来線や航空の代替手段としての高速鉄道が与えるインパクトは限定的である。しかし全線が整備される 2040 年以降は、こうした既存交通機関の容量不足は概ね解消される。一部 2040 年以降も在来線において若干の容量不足が懸念されるものの、不足する容量は僅かである。このため、在来線のうち容量ボトルネックとなる一部の区間だけを複線化する等の改良を行うことで、こうした若干の容量不足は解消されるものと考えられる。

表 2.19 : 断面における各交通機関の需給ギャップ (シナリオ 3)

2030 A2+HSR(NS)				All section			
				Hanoi - Vinh	Vinh - Nha Trang	Nha Trang - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	54,866	25,518	53,647	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	63,665	24,536	51,007	
	Rail	Existing Rail		5,680	11,471	5,980	
		HSR		37,346	0	38,098	
	Air			82,007	122,659	92,305	
	Total			243,564	184,184	241,037	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		24,910	10,967	22,985	
		Freight		90,020	50,617	54,914	
		Sub total		114,930	61,584	77,899	
	Existing Rail	Passenger		10	20	10	
		Freight		38	38	37	
		Sub total		48	58	47	
	HSR			51	0	52	
	Air			311	465	350	
Capacity	Road(pcu)			127,700	117,967	113,100	
	Existing Rail			50	50	50	
	HSR			300	0	300	
	Air			366 - 492	366 - 492	366 - 492	
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.90	0.52	0.69	OK
	Rail (Freight)	Capacity - Volume	Train/day	2	-8	3	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	249	0	248	OK
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	118	-36	79	Insufficient

2035 A2+HSR(NS)				All section			
				Hanoi - Vinh	Vinh - Nha Trang	Nha Trang - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	58,125	22,969	53,317	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	65,948	21,191	50,129	
	Rail	Existing Rail		5,984	11,624	5,684	
		HSR		57,061	0	57,239	
	Air			104,574	140,021	110,322	
	Total			291,693	195,806	276,691	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		26,206	9,762	22,775	
		Freight		100,217	58,515	66,676	
		Sub total		126,423	68,277	89,451	
	Existing Rail	Passenger		10	20	10	
		Freight		43	39	41	
		Sub total		53	59	51	
	HSR			78	0	78	
	Air			397	531	418	
Capacity	Road(pcu)			127,700	117,967	113,100	
	Existing Rail			50	50	50	
	HSR			300	0	300	
	Air			366 - 492	366 - 492	366 - 492	
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.99	0.58	0.79	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-3	-9	-1	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	222	0	222	OK
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	32	-102	11	Insufficient

2040 A2+HSR(Full)				All section			
				Hanoi - Vinh	Vinh - Nha Trang	Nha Trang - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	60,042	12,135	62,278	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	68,477	11,664	59,369	
	Rail	Existing Rail		7,007	5,496	7,007	
		HSR		130,049	128,831	134,801	
	Air			61,769	77,570	68,731	
	Total			327,344	235,696	332,187	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		27,114	5,215	26,702	
		Freight		122,370	66,640	75,293	
		Sub total		149,484	71,855	101,995	
	Existing Rail	Passenger		12	10	12	
		Freight		43	41	40	
		Sub total		55	51	52	
	HSR			107	106	111	
	Air			234	294	261	
Capacity	Road(pcu)			161,500	161,500	161,500	
	Existing Rail			50	50	50	
	HSR			300	300	300	
	Air			366 - 492	366 - 492	366 - 492	
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.93	0.44	0.63	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-5	-1	-2	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	193	194	189	OK
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	195	135	168	OK

2045 A2+HSR(Full)				All section			
				Hanoi - Vinh	Vinh - Nha Trang	Nha Trang - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	66,202	12,941	67,509	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	74,964	12,448	64,219	
	Rail	Existing Rail		7,481	6,456	7,181	
		HSR		130,049	128,831	141,275	
	Air			74,243	77,570	83,410	
Total				352,940	238,246	363,594	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		29,830	5,562	28,928	
		Freight		140,102	73,378	83,734	
		Sub total		169,933	78,940	112,662	
	Existing Rail	Passenger		13	10	12	
		Freight		43	41	40	
		Sub total		56	51	52	
	HSR			112	109	116	
	Air			282	294	316	
Capacity	Road(pcu)			199,750	161,500	180,625	
	Existing Rail			50	50	50	
	HSR			300	300	300	
	Air			366 - 492	366 - 492	366 - 492	
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.85	0.49	0.62	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-6	-1	-2	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	188	191	184	OK
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	147	135	113	OK

2050 A2+HSR(Full)				All section			
				Hanoi - Vinh	Vinh - Nha Trang	Nha Trang - HCMC	
Passenger	Road	NH, Expressway	Car	71,967	13,089	71,874	
		Coastal Rd. Hanoi-HCMC Rd.	Bus	80,990	12,614	68,265	
	Rail	Existing Rail		7,724	6,864	7,424	
		HSR		145,264	137,186	152,875	
	Air			87,696	109,114	99,688	
Total				393,641	278,867	400,126	
Transport Requirement	Road(pcu)	Passenger		32,366	5,629	30,786	
		Freight		151,931	79,717	91,067	
		Sub total		184,298	85,346	121,852	
	Existing Rail	Passenger		13	12	13	
		Freight		44	42	40	
		Sub total		57	54	53	
	HSR			120	113	126	
	Air			333	414	378	
Capacity	Road(pcu)			199,750	161,500	180,625	
	Existing Rail			50	50	50	
	HSR			300	300	300	
	Air			366 - 492	366 - 492	366 - 492	
Demand Supply Gap	Road(pcu)	Volume/Capacity Ratio	%	0.92	0.53	0.67	OK
	Rail	Capacity - Volume	Train/day	-7	-4	-3	Insufficient
	HSR	Capacity - Volume	Train/day	180	187	174	OK
	Air	Capacity - Volume	Flight/day	96	15	51	OK

注：NH（国道1号）、Expressway（高速道路）、Coastal Rd.（海岸道路）、Hanoi-HCMC Rd.（ハノイ - ホーチミン道路）それぞれの道路は表 2.11 に概要を記載。Hanoi（ハノイ）、Vinh（ビン）、Nha Trang（ニャチャン）、HCMC（ホーチミン）

出典：JICA 調査団

2.2.8 結論と提言（二段階整備ケース）

南北回廊における一部断面での容量不足は、たとえ在来線を複線化改良しても 2030 年代から露見することが予測された。こうした容量不足は特に在来線と航空インフラについて顕著であり、年を追うごとにギャップが拡大する。こうした長距離トリップの需要をカバーするため、高速鉄道を新たに整備することが効果的である。ただし、高速鉄道を整備する場合であっても在来線の一部区間では依然として容量の不足が懸念される。この解決のためには、ボトルネックとなる在来線の一部区間について複線化を図ることで対応することが望ましい。

2.2.9 代替案検討結果（五段階整備ケース）

代替案として設定された五段階整備ケースについての需要予測検討の結果は以下の通りに整理される。利用者需要の推移は二段階整備ケースと同様の傾向であり、すなわち、全線整備段階で利用者数が大きく増加する予測結果である。このため、資金需要面では整備を後送りする五段階整備ケースが現実的に近い状況であると考えられるものの、ハノイ - ホーチミン間が連続的に整備されない段階では、国民の裨益は十分でないと想定される。

表 2.20 : 五段階整備ケースにおける高速鉄道の利用者数

年	区間	利用者数 (人／日)
2030	ロンタイン - ホーチミン（単線のみ）	10,521
2040	ハノイ - ビン、ロンタイン - ホーチミン	65,063
2050	ハノイ - ビン、ニャチャン - ホーチミン	127,670
2060	ハノイ - ビン、ダナン - ホーチミン	200,532
2070	ハノイ - ホーチミン（全線）	396,953

出典：JICA 調査団

3. 基本設計

3.1 建設基準

3.1.1 設計速度

各国の高速鉄道の設計最高速度は、表 1.6～1.9 に示す通り、300 km/h 以上が多い。本路線は延長 1,541 km であり、高速運転の効果が大きい。そこで本路線では既存高速鉄道の最速クラスの速度を設定する。

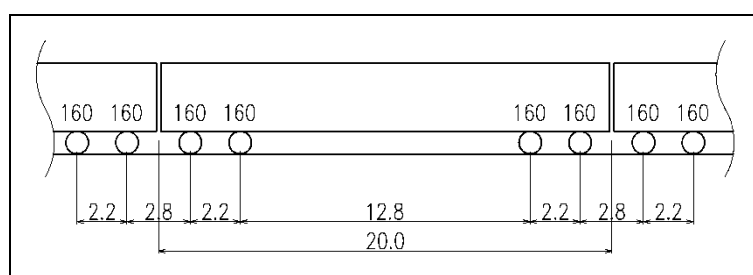
表 3.1 : 設定最高速度

設計最高速度	運行最高速度
350 km/h	320 km/h

出典：JICA 調査団

3.1.2 設計荷重

本調査では日本の新幹線車両（E5 系）を元に検討を進めているため、土木構造物の検討でも日本の新幹線設計荷重として一般的な P-16 を設定する。



出典：鉄道構造物等設計標準・同解説（鉄道総研、2012）

図 3.1 : P-16 荷重

3.1.3 軌道中心間隔

本調査での軌道中心間隔は、東北新幹線で実績のある 4.3 m とする。この値は 320 km/h 運行で実績がある最小値である。小さい軌道中心間隔は、橋梁、盛土、トンネルなどの構造物寸法を小さくできるので、建設コストを縮減できる。

3.1.4 最大カント量

曲線区間では、車両の転覆の危険や曲線通過時の乗り心地を考慮して、軌間、曲線半径、運転速度等に応じてカントを設定する。最大カントは、上記の最高速度での実績のある東北新幹線に倣い 180 mm とする。カント不足量は、従前より東北新幹線で設定されている 60 mm を目安とする。

表 3.2 : カント設定

最大カント量	目安カント不足量
180 mm	60 mm

出典：JICA 調査団

3.1.5 最小曲線半径

最小曲線半径は、設計最高速度と最大カント量を考慮して 6,000 m とする。

$$R = 11.8 \times V^2 / (C_o + C_d) = 11.8 \times 350^2 / (180 + 61) \div 6,000 \text{ (m)}^1$$

表 3.3 : 曲線設定

最小曲線半径	6,000 m
設計速度	350 km/h
カント量	180 mm

出典：JICA 調査団

3.1.6 最急勾配

新幹線の標準的な最急勾配である 15‰とする。ただし、周辺地域に多大な影響が見込まれるなど、やむを得ない場合は 25‰を許容する。

表 3.4 : 勾配設定

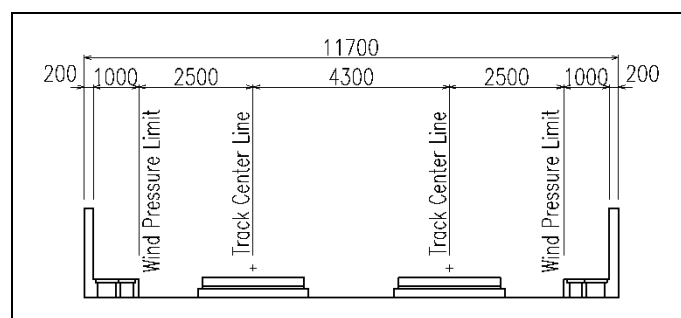
基本最急勾配	やむを得ない場合
15 ‰	25 ‰

出典：JICA 調査団

¹ 設計最高速度 350 km/h で R 6,000 m を走行すれば、カント不足量は 61 mm となる。しかし、最大カント不足量を 90 mm 程度まで許容している例も多いことから、カント不足量の目安を 60 mm としている。

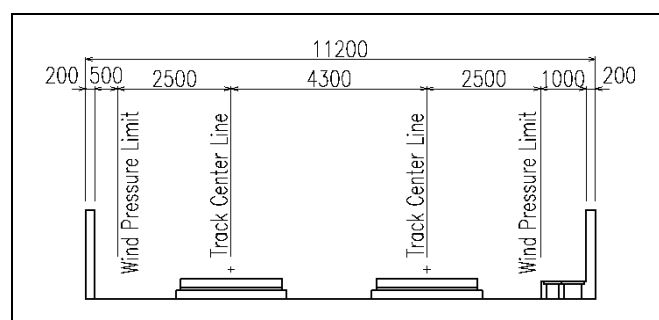
3.1.7 施工基面幅

施工基面幅は、軌道中心間隔、軌道構造上の所要幅員、保守用通路幅員（風圧限界距離を含む）、各種ケーブル設置、高欄等により決定される。高架構造の場合の施工基面幅の例を下図に示す。保守部門によって開業時までには両側通路とするか片側通路とするのかを定めるため、ここでは両案を示す。



出典：JICA 調査団

図 3.2：高架橋の施工基面幅（両側通路）



出典：JICA 調査団

図 3.3：高架橋の施工基面幅（片側通路）

3.1.8 軌道構造

路盤の沈下が予想される土構造区間では、軌道の調整が可能なバラスト軌道とし、変位を伴わないトンネルや高架橋区間は、保守費用の低減が図れるスラブ軌道を用いる。軌道を構成する、レール、分岐器、スラブ、枕木等は、新幹線での実績のある構造とする。

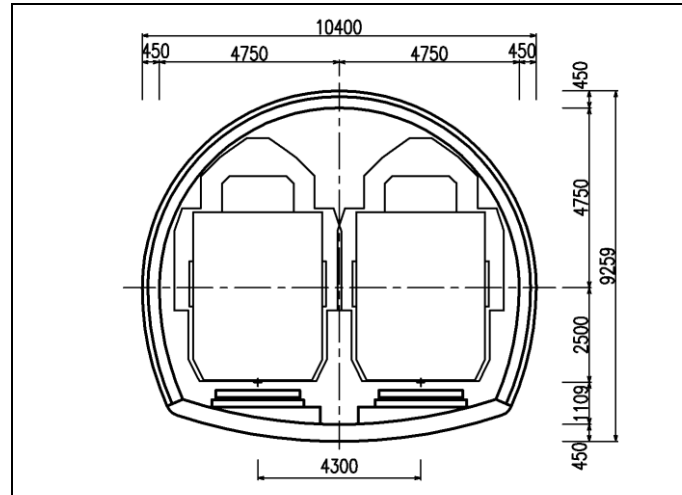
表 3.5：軌道構造

レール	60 kg/m
分岐器	#18
シーサスクロッシング	#16
バラスト厚	300 mm
枕木本数	43 本 / 25 m

出典：鉄道構造物等設計標準・同解説（鉄道総研、2012）

3.1.9 トンネル断面

トンネルは一般に断面積が小さいほど工費が安いことから、新幹線での実績のある断面とする。下図はトンネル断面を示す（覆工厚は想定）。



出典：JICA 調査団

図 3.4：トンネル断面

3.2 ルート

3.2.1 駅間ルート

当高速鉄道のルートは 2009 年の FS と 2013 年の JICA 調査の結果をベースに設定されている。今回調査では、駅位置の変更にあわせて駅間ルートも見直された。ローカルコンサルタント作成案について、下記事項を確認しながらルート選定を行っている。現在の案は、今後の地元との協議により変更される可能性がある。

表 3.6：駅間平面ルートの確認事項

- 堅く大きな建築物を避ける
- 環境上保護が必要な区域を避ける
- 湖（ダム湖含む）下の NATM トンネルを避ける
- 駅部に十分な直線長を確保する
- 所定の曲線半径を確保する（できるだけ）
- 大規模河川での交差角

出典：JICA 調査団

表 3.7 : 駅間縦断ルートの確認事項

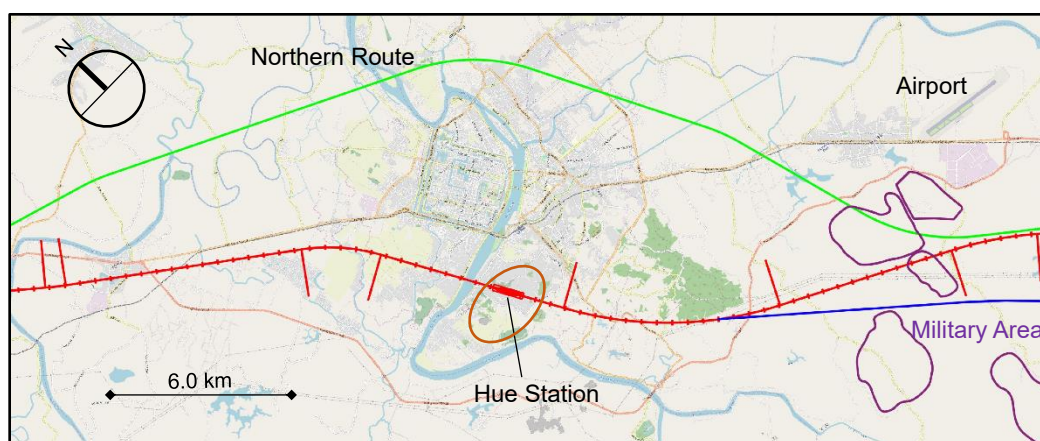
- ・ 縦曲線は緩和曲線との競合を避ける
- ・ 可能であれば縦曲線と円曲線の競合を避ける
- ・ 交差条件として、桁スパンにより下記以上の桁高さを確保する（L：桁スパン長、H：桁高さ）
 $L=30\text{ m } H=2.4\text{ m}, L=40\text{ m } H=2.6\text{ m}, L=60\text{ m } H=3.8\text{ m}$
- ・ 交差部では、道路（鉄道）面＋道路（鉄道）建築限界＋余裕代＋桁高＋軌道構造高さを確保する
- ・ 谷地形では、地表面の通水のために十分な RL～GL の高さを確保する
- ・ トンネル部ではトンネル内排水のためサグ部を設けない
- ・ トンネル部では作業性確保のため、できるだけ中央部にピーク部を設ける
- ・ 橋脚高さはできるだけ 20 m 程度に抑える、30 m を超える高さの場合は十分な検討を行う
- ・ 盛土部での道路交差では盛土高差を 6 m 以上確保する
- ・ 盛土部の高さはできるだけ 9 m 以下に抑える

出典：JICA 調査団

3.2.2 部分的なルート検討

(1) フェ近郊

都市南側のルートは最短となるが、遺跡や墓（茶色部）が多いので構造物や駅位置に制約を受ける。一方、北側は未開発のため、制約が少ないが、延長が 2.0 km 長くなり軍用地に支障をきたす。これらから南側ルート（赤ライン→青ライン）を妥当とした。



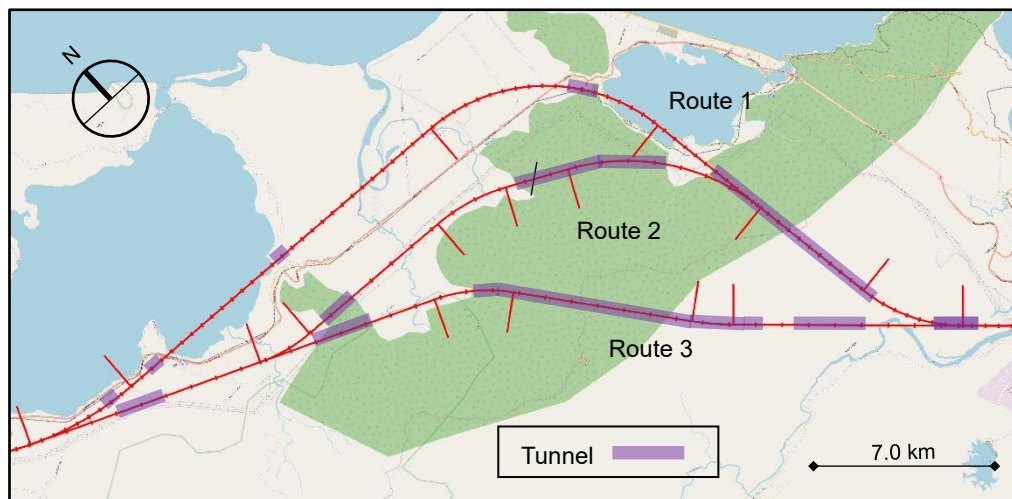
注：Hue Station（フェ駅）

出典：JICA 調査団

図 3.5 : フェ近辺のルート案

(2) Hai Van Pass

ダナン付近の Hai Van Pass は、海岸線まで丘陵地が迫っており、トンネルの建設は避けられない。トンネルを短く、かつ全体としてのルートも短くすべく、工費、工期、周辺構造物も含め、3つのルート案を比較した。



出典：JICA 調査団

図 3.6 : Hai Van Pass 近辺のルート案

検討の結果、ルートの全体延長、トンネル延長とも中庸な Route 2 を妥当とした。ベトナムでのトンネル施工実績（『Hai Van トンネル（道路）』の 6.28 km が最長）より、約 11 km のトンネル長となるルート 3 を選定外とした。

表 3.8 : Hai Van Pass 延長比較

ルート案	ルートの全体延長	トンネル延長	最長トンネル長
1	47.0 km	13.4 km	6.9 km
2	44.2 km (-2.8 km)	20.5 km (+7.1 km)	7.3 km
3	40.6 km (-6.4 km)	21.3 km (+8.0 km)	10.9 km

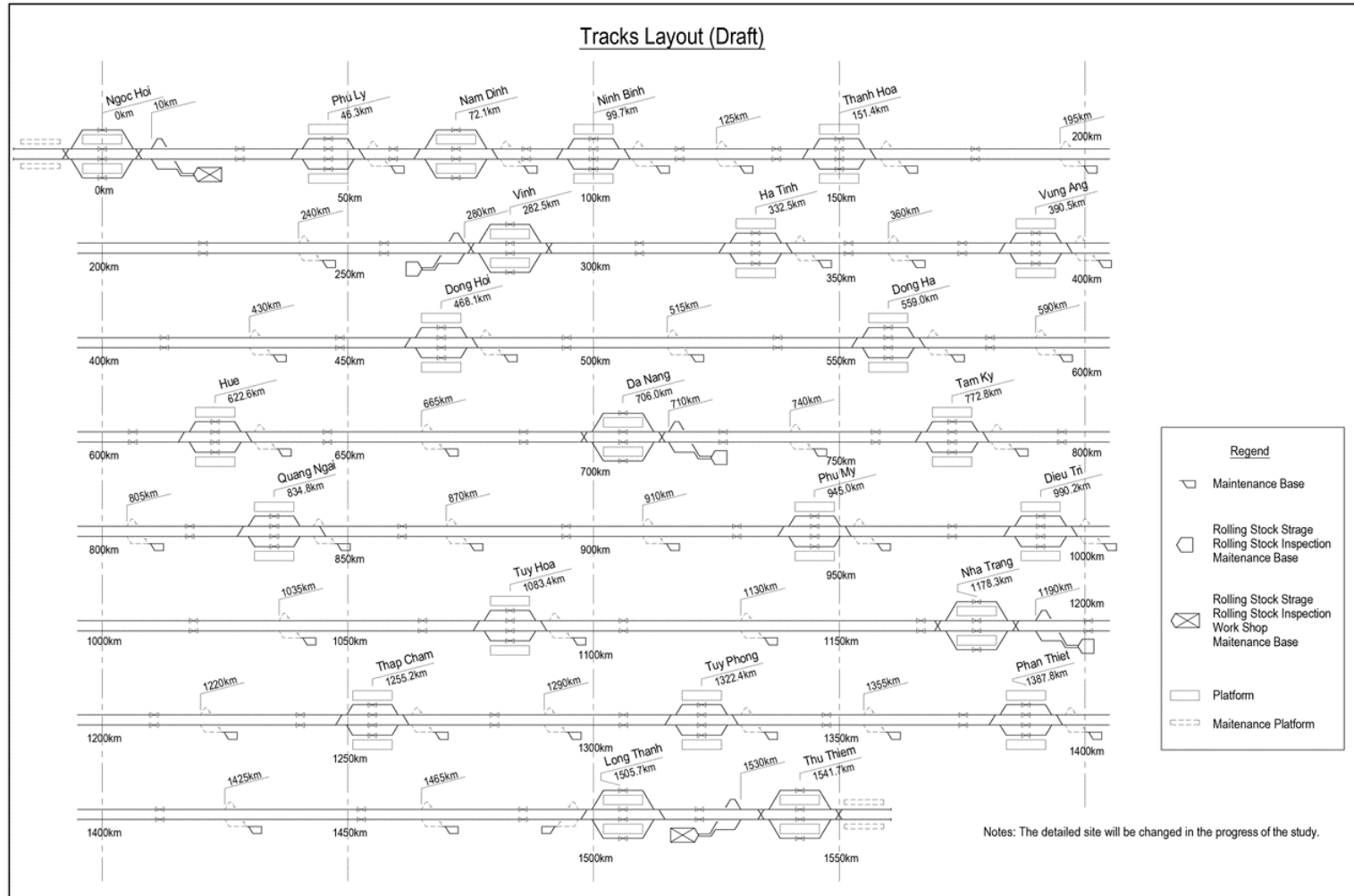
出典：JICA 調査団

3.2.3 配線略図

図 3.7 に全線の配線を示す。

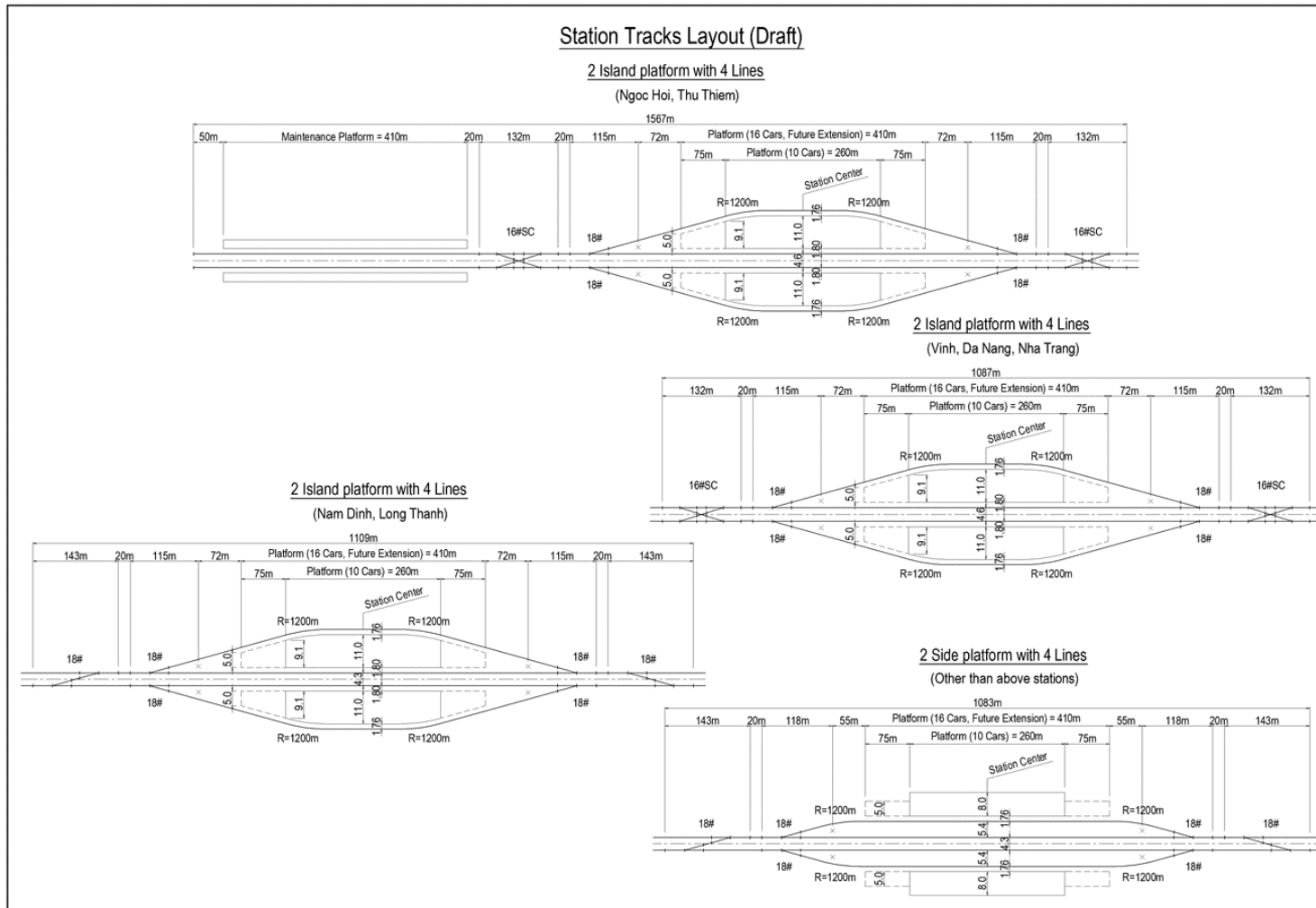
3.2.4 駅配線

図 3.8 に駅部の配線図を示す。乗降客の多い 7 駅（ノックホイ、Nam Dinh、ビン、ダナン、ニャチャン、ロンタイン、トゥティエム）は 2 面 4 線駅（島式）とし、それ以外の駅は 2 面 4 線駅（相対式）として列車の追い越しを可能とする。終端のノックホイ駅とトゥティエム駅には車内清掃用のメンテナンスホームを設ける。



注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥティエム）
出典：JICA 調査団

図 3.7：配線図



注：Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥティエム）
出典：JICA 調査団

図 3.8：駅部の配線図

3.3 駅配置計画

3.3.1 現況

南北高速鉄道事業では、既往の調査等において 23 駅が候補に挙げられている。本調査では候補駅周辺の都市の開発状況、既存駅・バスターミナルなどとの位置関係、河川や既存インフラとの交差状況、土地利用などについて現地踏査により確認した。

(1) 駅配置の基準

駅配置を検討するにあたっての視点は次のとおりである。

- ・ 高速鉄道駅の整備により、対象都市および地域の経済成長が見込まれること。
- ・ 既存の鉄道や道路等の交通網との連絡が容易であること。
- ・ 国および地方政府の上位計画との矛盾が無く、それらの開発計画との相乗効果が見込まれること。
- ・ 土地取得に大きな問題が無いこと
- ・ 線路保守の観点から駅の間隔は 50 km 程度以下であること。これを超える場合は保線基地等を配置すること。

(2) 各駅の計画地及び周辺状況

現地調査を実施し確認した各駅の計画地および周辺の状況を以下に示す。

1. 駅名	Ngoc Hoi (ノックホイ)
地形	平坦地
土地利用	農地（または湿地などの未利用地）
既存駅からの距離	約 4 km (Van Dien 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (国道 1A)
地域人口	758 万人 (ハノイ首都圏)
既存駅周辺の状況	対象地はハノイ市の南に位置しており、首都圏ではあるが人口密度は低い地域である。小規模の工場集積地はあるが、経済活動規模も小さい。周辺には農地も広がる。
高速鉄道駅周辺の状況	駅位置に選定された場所は小規模工業団地近傍であるが、周辺では主に農業が行われている。対象地は駅施設整備に対する大きな障害は見られないが、ハノイ市中心部およびハノイ駅から離れており、ハノイ市を取り囲む地域との接続性には問題がのこる。  対象地周辺にはいくつか工業団地がある。湿地も多く基礎構造計画に注意が必要である。

2. 駅名	Phu Ly
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 4.5 km (Phu Ly 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (国道 21A)
地域人口	13.7 万人
既存駅周辺の状況	市周辺にはいくつかの工業団地が存在する。既存駅は対象市の中心部に位置している。
高速鉄道駅周辺の状況	駅位置として提案されている場所は、既存駅から約 4.5 km の距離に位置し、また国道 1A 線からも近い位置である。周辺では主に稲作が行われている。周辺には駅開発の障害となる大きな要素は存在しないが、近傍に河川があり湿地が広がっていることから、地耐力については十分な調査が必要である。  駅対象地区周辺は徐々に宅地開発等が進んでいるため、用地取得の問題が今後大きくなる。

3. 駅名	Nam Dinh
地形	平坦地、河川・運河
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 4 km (Nam Dinh 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (国道 21A)
地域人口	38 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は工業団地開発が取り囲む市の中心部に位置している。
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置対象地は市の西側に位置し、既存駅から約 4 km の位置にある。現在 2 つの駅位置オプションが検討されており、北側の案では郊外の開発地区と道路との交差等が懸念される。一方南側の案では大規模農業水路が駅近傍にあり、配置計画は慎重に行う必要がある。周辺は水田が広がり住民移転等は限定的である。  駅対象地周辺は主に水田が広がる地域であるが、水路もあり構造計画とともに配置を慎重に行う必要がある。

4. 駅名	Ninh Binh
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 6 km (Ninh Binh 駅)
主要幹線道路までの距離	約 2 km (国道 10)
地域人口	16 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は現在開発された市街地の東端に位置し、工業団地を含めた新たな開発対象地区の近傍でもある。
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置計画の対象地は都市計画における新たな整備地区に位置し、線形も開発区画に沿う形となっている。現在は農地が広がっており、駅開発に向け技術的に大きな問題は無い。  駅対象地は、既存駅から南東に広がる新興開発地区に位置している。利便性は高いが用地取得問題が大きくなりつつある。

5. 駅名	Thanh Hoa
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 1.7 km (Thanh Hoa 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (国道 45)
地域人口	43.5 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は市街地の西側に位置し、その周辺では工業団地などの開発が進んでいる。対象の都市は開発計画に従った適正な開発が進んでいる。
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置計画対象地は既存駅から約 1.7 km の農地の中に設定されており、対象地での駅整備に対する大きな問題は無い。  対象地周辺は主に農地であり水路の取り扱いを除いて大きな技術的問題は少ない。

6. 駅名	Vinh (ビン)
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 2.5 km (ビン駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (アジアハイウェイ 1 号線)
地域人口	49 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は市の主な開発地区の西側に位置し、空港も約 6 km 程度の距離にある。主要産業となり得る観光資源であるビーチリゾートは約 15 km 北東方向に位置する。
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置の予定地として既存駅の西に位置する (約 2.5 km) 田園地帯を選定しており、高圧送電線の移設が発生する以外には開発に係る大きな問題は見られない。ただし、接続するための道路整備が重要である。  高圧送電線の移設を除いて、他に大きな技術的問題は少ない。

7. 駅名	Ha Tinh
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	N/A
主要幹線道路までの距離	約 2 km (国道 1A)
地域人口	11.8 万人
既存駅周辺の状況	対象の都市には既存駅は存在せず、市から西方へ約 25 km にある溪谷沿いに鉄道が走っている。小規模ではあるが城郭都市などの観光資源が存在する。
高速鉄道駅周辺の状況	計画されている駅施設範囲の一部が宅地内にかかっており、用地取得と住民移転で若干問題がある。計画位置を移動するなどの対策を検討する必要がある。開発では当然駅前施設も含めた計画となることから、用地取得問題が大きくなる可能性も高い。  高圧送電線の移設を除いて、他に大きな技術的問題は少ない。ただし、周辺に大きな建築開発が複数進行していることから、用地取得に係る問題が大きい可能性が高い。

8. 駅名	Vung Ang
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	---
主要幹線道路までの距離	約 1 km (アジアハイウェイ 1 号線)
地域人口	---
既存駅周辺の状況	周辺に既存駅なし
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置は大きな農地の中に計画されている。この立地は現在開発が進む工業団地および貿易港に近接しており、この産業開発との相乗効果を目指した開発として期待される。選定地が農地であることから、駅開発に対する大きな問題は無い。  対象地は農地で、駅開発に係る技術的な問題は見受けられない。

9. 駅名	Dong Hoi
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 3 km (Dong Hoi 駅)
主要幹線道路までの距離	約 0.5 km (国道 1A)
地域人口	16 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は地内中心部に位置し、空港も約 5 km にあり利便性は高い。
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置予定地は既存駅から約 3 km 南の農地の中に計画されており、駅開発に対して大きな問題は認められない。対象の都市は北西から南東に開発が広がっており、工業団地の開発もいくつか見受けられる。  国道に近い駅整備対象地は農地であり、技術的な問題は少ない。

10. 駅名	Dong Ha
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 2 km (Dong Ha 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (国道 1A)
地域人口	8.2 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は市の東部に位置する。周辺は河川に囲まれ、湖が点在する。
高速鉄道駅周辺の状況	駅の開発対象として選定されているのは市街地の東端と Thach Han 川のちょうど中間（市街地東端から約 2 km）に広がる稲作地帯のほぼ中央に位置する場所である。開発にあたっての大きな問題は見受けられない。  対象地は農地で、駅開発に係る技術的な問題は見受けられない。

11. 駅名	Hue (フエ)
地形	うねりのある丘状地
土地利用	墓地・住宅地
既存駅からの距離	約 3 km (フエ駅)
主要幹線道路までの距離	約 5 km (国道 49)
地域人口	35.4 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は中心部から南側の河川を渡った南岸付近に位置している。フエ市は城郭として成長した歴史的な都市構造を持つ都市である。
高速鉄道駅周辺の状況	高速鉄道駅の計画地として選定されている場所は、既存駅から西に 3 km ほどの距離に位置している。この場所は、既に住宅や小規模工場、墓地などが多く、用地取得と住民移転において問題となる。 当該地区に高架駅を計画する提案となっているため、丘の上の駅となることから、歴史都市の近傍において長大な区間で高層な構造が景観を悪化させる可能性が高い。用地取得の難しさを考え、線形と駅位置を市および川の東側で開発が進む新都市地区に移動するオプションが有効である。  駅整備対象地は起伏のある地形の場所にあり、住宅、工場、墓地などが多く、用地取得、住民移転などの問題が大きい。

12. 駅名	Da Nang (ダナン)
地形	平坦地（一部丘陵地あり）
土地利用	住宅地および農地
既存駅からの距離	約 7 km（ダナン駅）
主要幹線道路までの距離	約 1 km（国道 1A）
地域人口	134.7 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は市内に位置する国際空港の北に位置する。この駅は高速鉄道の開発と併せて市の北西部（ダナン湾ノースビーチの西）に移設され、高速鉄道駅と直接連絡が出来るよう開発提案が地方政府からも出ている。
高速鉄道駅周辺の状況	駅配置の計画対象地はノースビーチの西に位置する住宅地区の中に位置しており、用地取得、住民移転、および高圧送電線の移設などが開発に大きく影響する。  駅整備対象地は住宅地に重なっており用地取得、住民移転などの問題が大きい。ただし、ダナン市の観光産業等の成長を見込めば、投資効果は高いと考えられる。

13. 駅名	Tam Ky
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 2 km（Tam Ky 駅）
主要幹線道路までの距離	約 1 km（国道 1A）
地域人口	8.1 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は市街地の西側に位置しており、市のバス停は市内の別な場所にあるが、国道で運行しているいくつかのバスも停車する。
高速鉄道駅周辺の状況	配置計画対象地は主に農地の中であるが、一部が住宅地に係っており、住民移転で問題がある。高圧送電線の移設も必要である。  対象地には送電線も存在するが技術的な問題は少ない。

xx. 駅名	Dung Quat (将来の開発想定のみ：ローカルコンサルタントによる)
地形	緩やかな起伏のある地形の谷間
土地利用	森林および農地
既存駅からの距離	約 4 km (Tri Binh 駅)
主要幹線道路までの距離	約 3 km (国道 1A)
地域人口	---
既存駅周辺の状況	既存駅は San 湾周辺に広がる工業開発地区の南西に位置している。Chu Lai 空港も工業開発地区の中に位置している。
高速鉄道駅周辺の状況	高速鉄道駅は工業団地及び隣接の貿易港開発地から西へ約 13 km の位置に提案されている。既存駅へは約 4 km である。対象地は、農地及び森林の中にあり、開発に係る大きな問題は無い。ただし、緩やかな起伏のある土地の谷間部分に位置し、配置計画は線形と併せて慎重に決定する必要がある。  開発対象地は、起伏のある農地・山林の中にある。高低差のある土地での位置決定は慎重に行うべきである。

14. 駅名	Quang Ngai
地形	起伏のある地形と河川
土地利用	住宅地
既存駅からの距離	約 2 km (Quang Ngai 駅)
主要幹線道路までの距離	約 0.5 km (地方道 623B)
地域人口	26 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は地の西側で Tra Khuc 川の南岸側に位置する。
高速鉄道駅周辺の状況	駅計画地は既存駅から西に約 2 km の位置で提案されている。この場所は農地もあるが、住宅地にかかっており、さらに Tra Khuc 川の支川にも隣接しており、用地取得と住民移転、更に構造的にも問題がある。  開発対象地区には多くの住宅が存在し、用地取得、住民移転の問題が大きい。

15. 駅名	Phu My
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	約 1 km (Phu My 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1 km (地方道 631B)
地域人口	---
既存駅周辺の状況	既存駅は市街地の北西に位置する低密度開発地域に位置している。
高速鉄道駅周辺の状況	駅開発地として提案されているのは、既存駅から約 1 km 北西の場所で、主に農地が広がる場所である。しかしながら、低密度ではあるが住宅地に重なっており、住民移転が必要となる地区である。  対象地は農地で、駅開発に係る技術的な問題は見受けられない。

16. 駅名	Dieu Tri (Qui Nhon)
地形	平坦地で河川近傍
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 2 km (Dieu Tri 駅)
主要幹線道路までの距離	約 0.5 km (国道 1A)
地域人口	65.6 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は Dieu Tri 市街地の北に位置し、この場所から約 10 km 南東の位置に港湾および工業団地開発が進む Nhon Binh の市街地および海岸線が広がる。
高速鉄道駅周辺の状況	高速鉄道駅の計画地は既存駅から北東に 2 km に位置している。現在は農地が広がっており、駅開発には問題はない。ただし、駅前開発を大規模化すると周辺の建物の移転が必要となる可能性がある。  対象地は農地で、駅開発に係る技術的な問題は見受けられない。

17. 駅名	Tuy Hoa
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	約 3 km (Tuy Hoa 駅)
主要幹線道路までの距離	約 0.5 km (国道 1A)
地域人口	20.2 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は、海岸線に延びる市街地の住宅地区の中で、Da Rang 川の北に位置している。
高速鉄道駅周辺の状況	駅開発予定地は海岸線に延びる市街地の西で既存駅から北西に 3 km ほどの位置である。また、空港は南東約 10 km の位置にある。対象地は主に農地であり、開発上の技術的問題は少ない。  対象地は農地で、駅開発に係る技術的な問題は見受けられない。

18. 駅名	Nha Trang (ニャチャン)
地形	平坦地で河川にかかる
土地利用	農地および住宅地 (道路開発にもかかる)
既存駅からの距離	約 4 km (ニャチャン駅)
主要幹線道路までの距離	約 0.5 km (国道 1C)
地域人口	42.1 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は地内中心部で行政機関の集中する通りに隣接しており、これは鉄道本線から分岐する支線の終点である。
高速鉄道駅周辺の状況	駅設置予定地は既存駅から約 4 km 西に位置しており、対象地は住宅地及び河川、都市開発に含まれる道路などに重なっている。よって、住民移転や道路との位置関係、構造的にも詳細な配置計画が求められる。  駅整備対象地には住宅、小規模工場、市内バイパスなどがある。用地取得、住民移転などの問題が大きい。ただし、ニャチャン市の観光産業等の成長を見込めば、投資効果は高いと考えられる。

19. 駅名	Thap Cham
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	約 1 km (Thap Cham 駅)
主要幹線道路までの距離	約 0.8 km (国道 27)
地域人口	16.1 万人
既存駅周辺の状況	既存駅は海岸部に広がる市街地から西に延びた地区に位置している。北に約 4 km の位置には軍の航空基地も存在する。
高速鉄道駅周辺の状況	高速鉄道駅の計画対象地は、既存駅から東に約 1 km の場所である。ここは稲作地であるが、住宅地にもかかっており、駅前開発も含め、住民移転で問題がある。  駅対象地には低密度の住宅が多い。またその中に稲作地も広がっているが、用地取得と住民移転の問題がある。

20. 駅名	Tuy Phong
地形	平坦地
土地利用	農地及び住宅地
既存駅からの距離	約 12 km (Song Mao 駅)
主要幹線道路までの距離	隣接 (国道 1A)
地域人口	9.1 万人
既存駅周辺の状況	対象とする街には既存駅が無く、在来線の線路は北に離れた位置にある。
高速鉄道駅周辺の状況	駅設置対象地は国道 1 号線沿いの住宅地沿いであり、低密度の開発で、その北側は農地である。開発にあたっては、道路との接続を含め住民移転を行う必要がある。既存駅は北西約 12 km の場所にある。  駅対象地は海岸沿いに近い国道の北側であり、低密度の住宅地が続く地区である。用地取得と住民移転問題がある。

21. 駅名	Phan Thiet
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	約 2 km (Phan Thiet 駅)
主要幹線道路までの距離	約 1.5 km (国道 1A)
地域人口	33.5 万人
既存駅周辺の状況	在来線本線からの分岐線が市の北西部に延び終点駅が存在する。市内の旧駅舎は閉鎖されている。
高速鉄道駅周辺の状況	駅設置対象地は市街地の北側に位置している。対象の都市には工業団地や観光開発も行われており、海岸沿いには観光地開発もある。高速鉄道駅と既存の終点駅を直接つなぐために、計画地を 500 m 程度西に移動する検討が必要である。在来線本線の Muong Man 駅は西に 9.5 km ほどの位置にある。開発対象地は低密度ながら住宅地であるため、多くの住民移転が必要となる。  駅対象地周辺は低密度な住宅地である。既存 Phan Thiet 駅と同様の土地利用状況であることから、これら 2 駅を一体として整備することで効果を高められる。用地取得と住民移転問題がある。

22. 駅名	Long Thanh (ロンタイン)
地形	平坦地
土地利用	ゴムプランテーション
既存駅からの距離	-
主要幹線道路までの距離	約 3 km (高速道路 1 号線 : CT01)
地域人口	---
既存駅周辺の状況	既存駅は無い
高速鉄道駅周辺の状況	対象地は将来の国際空港開発予定地であり、空港との接続を主な目的としている。  ゴムのプランテーションが広がる地域であり、技術的な問題は少ない。空港の開発と合わせた駅整備が必要である。

23. 駅名	Thu Thiem (トゥティエム)
地形	平坦地
土地利用	再開発地区内の未整備地
既存駅からの距離	-
主要幹線道路までの距離	-
地域人口	842.6 万人
既存駅周辺の状況	市中心部に Saigon 駅が在来線の終点駅として存在する。
高速鉄道駅周辺の状況	駅開発対象地は既存 Saigon 駅から東に約 8 km の位置である。この土地は政府による鉄道駅開発のための土地利用認可が既に下りている場所で、現在はなにも開発されていない。開発にあたって大きな問題はない。路線を Saigon 駅まで延長する場合には、都心部は高密度な開発がすでに進んでいることから、地下路線となる必要性が高い。  対象地は既に駅開発予定地として政府に承認されている。

3.3.2 駅配置計画への提案

(1) 最近の動向

駅予定地に関係する最近の動向は次のとおりである。

表 3.9 : 駅予定地周辺の動向

	都市名	最近の動向	備考
1	ハノイ	現在の駅位置から路線をさらに延伸し、ハノイ中心部のハノイ駅を始発駅とする案が運輸交通省により検討されている。 実現すれば乗客の利便は大幅に向上するが、用地取得に難があり、既定計画である都市鉄道ハノイ 1 号線と線路を共有する案である。 この案が採用されれば、都市鉄道ハノイ 1 号線やハノイ周辺既存鉄道網に大きな影響が生じる。	当該マスタープランは計画中的のことで、詳細な情報は公開されていない。
2	ビン	現在駅の位置を南に移動する案が地方政府により検討されている。	観光資源開発の可能性はある。
3	フエ	計画の駅配置は歴史的な街の中にある。地方政府は景観保全を含めた TOD の提案を求めている。	現駅位置は移転対象施設・建物等が多く、用地取得・住民移転等の課題がある。

	都市名	最近の動向	備考
4	ダナン	既存ダナン駅を本計画の駅位置付近に移動する地方自治体の計画案がある。現計画位置には不法占拠者が多く用地取得が難しいとの意見がある。	駅移転に係る地方自治体からの情報
5	Dung Quat	当該駅位置周辺には国際貿易港と工業団地開発があり、地方自治体はここへの駅設置に係る検討を求めている。	
6	ニャチャン	計画駅位置は、既存ニャチャン駅から離れた位置にある。地方自治体は高速鉄道駅開発と併せて都市開発マスタープランの見直しを検討しており、TOD への提案を求めている。	大規模な観光資源開発の可能性がある。
7	ホーチミン	運輸交通省と地方自治体により高速鉄道を在来線 Saigon 駅へ乗り入れる案が検討されている。これとは別に、市街中心部を経由して Can Tho へ高速鉄道を延伸する案もある。	複数の案が検討されている。

出典：JICA 調査団

(2) 駅配置への提言

駅候補地の現況や昨今の動向からみて、駅位置の決定までには今後とも紆余曲折があると考えられる。主要駅についての提言をまとめると、次のようになる。

1) ノックホイ駅

首都ハノイ市の産業と行政機能を最大化するには、各種公共交通機関を効果的に接続し、この中に高速鉄道も含める必要がある。現在のノックホイ駅の立地はハノイ市中心部から遠いため、都心部につながる交通ネットワークの整備を要する。具体的には都市鉄道ハノイ1号線の整備計画と整合した将来計画の早期決定を要する。

2) Ninh Binh 駅

Ninh Binh 市の西には世界遺産登録された自然観光資源があることから、工業都市としての地域の役割だけでなく観光資源も含めた地域ネットワークの形成の中に高速鉄道駅の機能を位置づける必要がある。南部および北部両方からの需要が想定されることから、既存駅との連絡性を強化する施設整備が重要である。

3) ビン駅

ビン市は観光機能とラオスとの接続機能を持つ都市である。空港も都心近くにあり、高速鉄道駅は可能な限り市の中心部に近く交通ネットワークの中でも利便性のある場所に整備する必要がある。市以南の地域と空港接続で経済圏の拡大が見込まれる。

4) Vung Ang 駅

周辺には貿易港および工業団地の整備が進んでいることから、製造業関連ビジネスや工場管理運営、運輸関連産業に関わりのある利用者の増加が将来的に見込まれる。よって高速鉄道駅周辺に宿泊や娯楽施設を伴う都市開発を行うことで駅利用の増加が見込まれる。

5) フェ駅

フェ市は既に観光都市として成長しており、その自然環境や景観保護・保全の観点から高速鉄道の構造物を計画整備する必要性が高い。ダナン市からの距離も近く、同市を中心とした広域圏での観光・産業機能を分担する。ダナン市や Hoi An 市と差別化したフェ市独自の開発コンセプトを明確にしつつ、一方で地都市と連携した開発を行い、それを支える交通手段としての高速鉄道を整備することが肝要である。

6) ダナン駅

国のほぼ中央の海岸線に位置し、国際空港を市の中心に据えた中核都市である。周辺地域の玄関口として、観光および産業に資する高速鉄道駅を整備する。このためには既存駅や国際空港との連結性強化が最重要となる。ダナン市周辺には多くの観光地があり、世界遺産に指定された 4 つの観光資源がある。また、ラオス、タイ、ミャンマーを結ぶ「東西経済回廊」の起点であり、港湾や工業団地も整備されている。

7) Phu My 駅

対象都市東部に観光資源となり得る地域が広がり、塩田などの特殊地域産業もある。この地域を開発する梃子として高速鉄道駅の整備を行い、多様性のある地域産業の成長促進を図ることを目指すことが求められる。

8) Dieu Tri 駅

Qui Nhon 市を中心とした工業団地、貿易港、観光産業の開発とその拡大を図るため高速鉄道駅の整備が必要である。高速鉄道を Qui Nhon 市内に入れることは難しいことから、Dieu Tri 駅および市中心部を高速鉄道駅と効果的に結ぶ交通機関を、既存の鉄道線を利用し再整備する必要がある。

9) ニャチャン駅

ホーチミン市の北東約 400 km に位置するリゾート地として開発が進んでいる。また漁業や造船産業の拠点でもあり、周辺地域を含め大きな可能性が見込まれる。既存の鉄道や道路と連携することで、より広範な地域での産業開発に資することができる。

10) Tuy Phong 駅

駅対象地には大きな産業立地や人口集中は無いが、海岸沿いに風力などの再生可能エネルギー開発や大規模発電所が存在する。これらの容量を増強し大規模な製造産業などが形成されれば、当該駅の需要が高まる可能性がある。最終的な駅位置の選定には、長期的な地域産業開発計画を踏まえる必要がある。

11) トゥティエム駅

ホーチミン市は国内で最大の人口を有する産業の中心都市である。市内での慢性的交通渋滞から、都市交通網の整備が急がれている。高速鉄道駅は、将来の国際新空港整備計画も勘案しながら、可能な限り都心部への乗り入れ、また各種公共交通網との接続を図る必要がある。駅の計画位置は中心地区から7kmほど離れた開発途上地区にあり、市域はさらに東へ拡大しているので、将来の都市拡大を踏まえれば適地であると考えられる。そして高速鉄道駅と市中心部とを結ぶ交通ネットワークを整備し、将来の国際空港との接続を図ることが重要である。

3.4 沿線開発

高速鉄道の整備に伴い、ハノイやホーチミン等の主要都市と地方都市間、および地方都市間の人流の拡大が期待される。ここでは、地域開発の観点からみた高速鉄道の必要性を整理するとともに、地方都市の産業ポテンシャルを活かし、沿線都市毎に進めるべき産業開発の方向性を示す。さらに、新たに整備される高速鉄道を、各沿線都市の枢要な公共交通機関として取り込むためには、高速鉄道駅前周辺と既成市街地までの人の往来を平易にする方策が必要である。調査団は、公共交通機関の利用を前提に組み立てられた都市開発を推奨しており、駅周辺と既成市街地のネットワークの方策として、沿線都市ごとの公共交通指向型都市開発（TOD）の方向性を示す。

3.4.1 地域開発の観点からみた高速鉄道の必要性

(1) 産業・都市開発の観点からみた高速鉄道の必要性

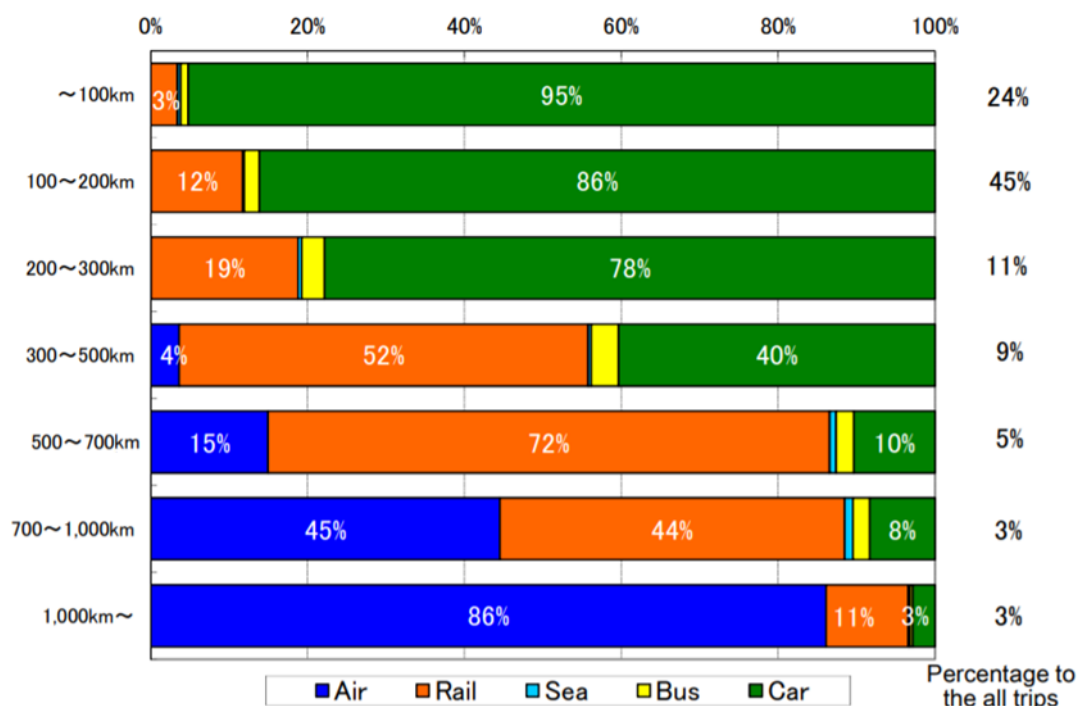
ベトナムには北部にハノイ、南部にホーチミンという2大都市があり2016年時点の人口はそれぞれ約732万人、約829万人²と多くの人口を抱えている。ベトナム経済はこの2大都市を中心に二極化されている。

ハノイとホーチミンの間の高速鉄道の沿線距離は1,541kmである。ハノイとホーチミン間の沿線都市のうち100万人以上を有する都市は、ハノイとホーチミンを除くとダナンのみである。ダナンはハノイから約700km、ホーチミンから約800kmの位置にあり、沿線人口は2016年時点で134万人となっている。その他の沿線都市人口は100万人未満となっている。

国土交通省の全国幹線旅客純流動調査³における距離帯別代表交通機関別分担率によると、図3.9に示すとおり、鉄道利用率が高い距離は、約300km以上500km未満（52%）と約500km以上700km未満（72%）となっている。さらに、約700km以上1,000km未満になると、航空利用が45%、鉄道利用が44%となり、航空利用率が鉄道利用率を上回っている。

² Statistic Data on Population and GDP of 63 provinces in Vietnam in 2016

³ 第5回（2010年）全国幹線旅客純流動調査 幹線旅客流動の実態～全国幹線旅客純流動データの分析～／国土交通省



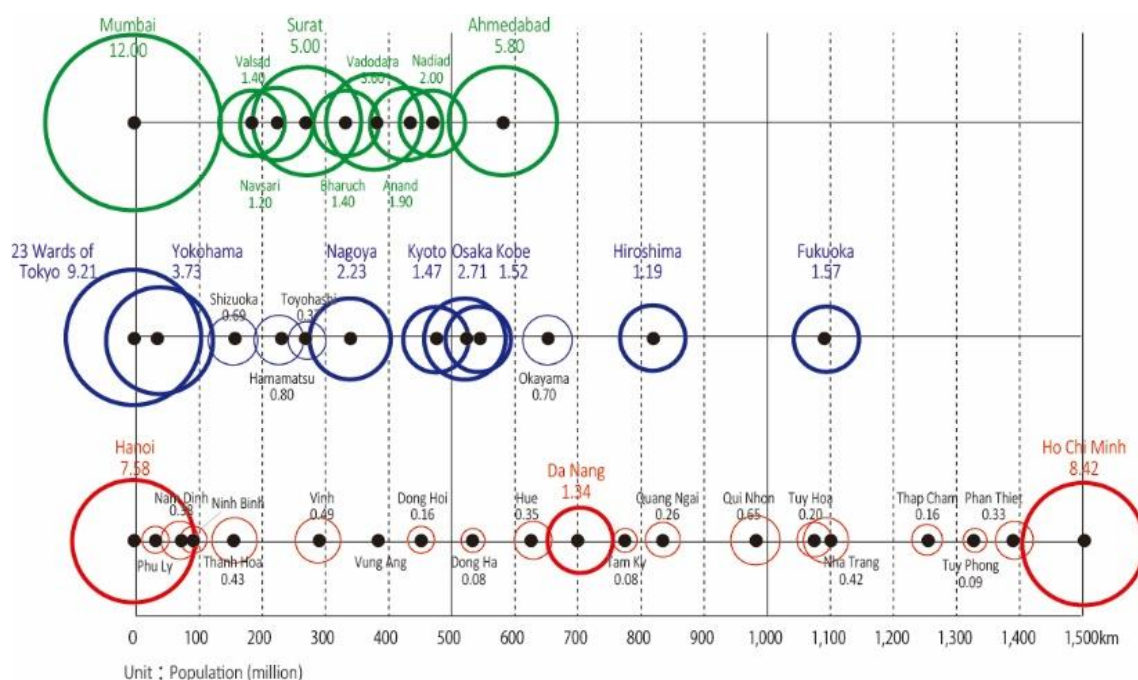
出典：全国幹線旅客純流動調査（国土交通省、2010）

図 3.9：距離帯別代表交通機関別分担率（平日）

(2) 優先的に産業開発を進めるべき沿線都市

上記を踏まえ、高速鉄道の利用を促進するためには、主要な都市から約 500~700 km に位置する都市で産業開発を推進し、沿線都市人口を拡大し、中核都市化を進めていくことが肝要である。続けて、主要都市と中核都市、中核都市と中核都市の間に、新たな産業開発を段階的に進めていく必要がある。地方の中核都市が連なることにより、高速鉄道の利用が一層促進される。

図 3.10 は、インド（ムンバイとアーメダバード間）、日本（東京と福岡間）、ベトナム（ハノイとホーチミン間）の高速鉄道の沿線都市人口を示したものである。ダナンは 100 万人以上の都市であり、観光産業を中心に既に地方の中心都市としての機能を果たしている。ダナンは、ハノイ、ホーチミンに続く第三の都市として、一層の産業拡大を進めていく必要がある。現在の沿線都市人口を踏まえ、次に、産業開発の優先度が高い都市は、ホーチミンから約 500 km の位置にある Qui Nhon（約 65 万人）、ニャチャン（約 42 万人）周辺である。さらに、ハノイとダナンの間に位置するビン（約 49 万人）で、産業開発を進めていくことが望ましい。



注：Hanoi（ハノイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Ho Chi Minh（ホーチミン）

出典：インドの沿線都市人口：インド国高速鉄道導入可能性検討に係る F/S 調査（JETRO、2004）

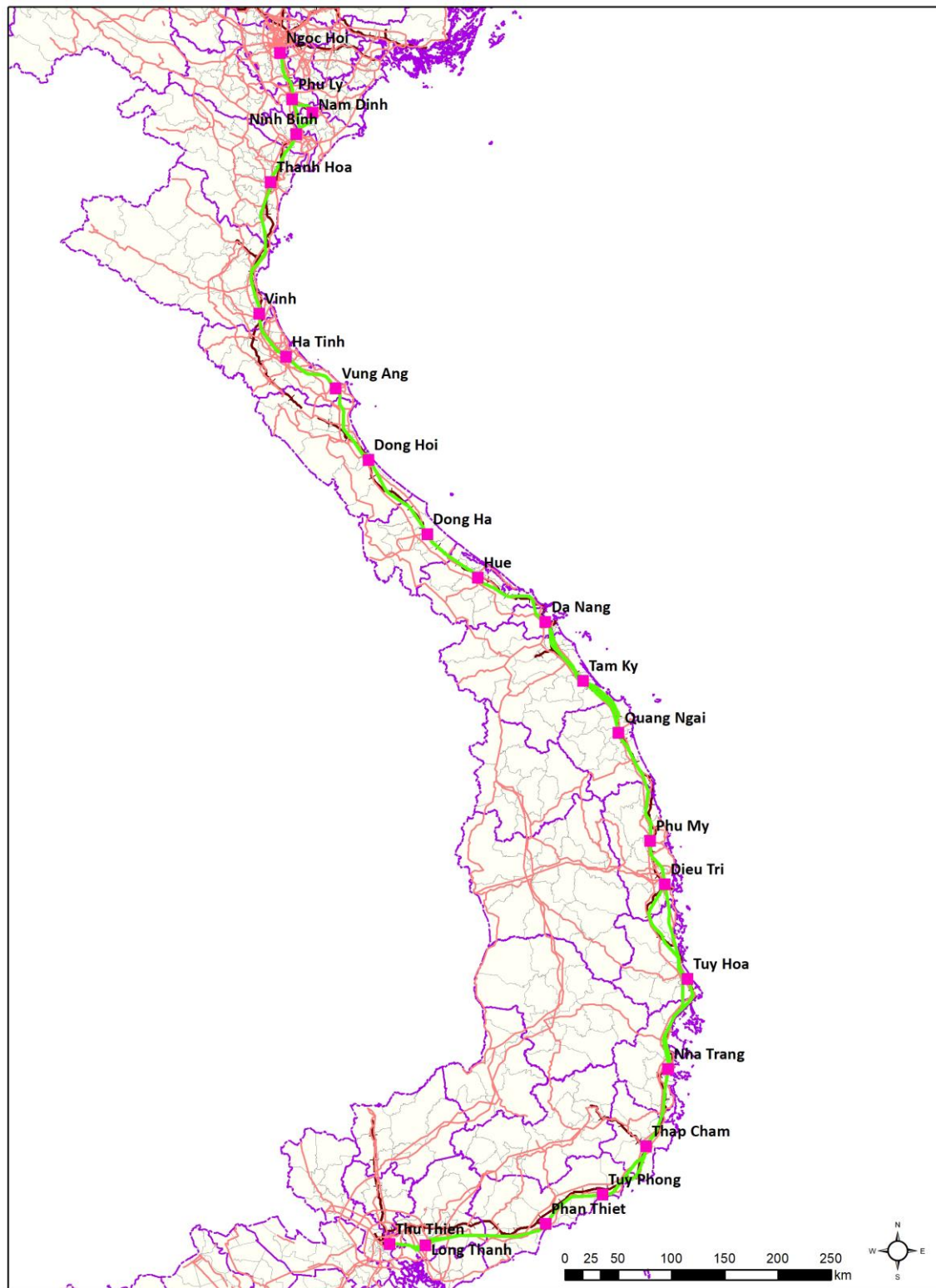
日本の沿線都市人口：2018 年現在の推計人口

ベトナムの沿線都市人口：ローカルコンサルタント

図 3.10：高速鉄道の沿線都市人口の比較（インド、日本、ベトナム）

(3) 空間開発の観点からみた高速鉄道の必要性

これまで、ベトナムでは、幹線道路や鉄道等の交通ネットワークのみしか形成されていなかったが、高速鉄道が整備されることにより、高速交通ネットワークの形成の実現が期待される。高速交通ネットワークの恩恵を受ける省は、高速鉄道の沿線の省のみだけではなく、高速鉄道に結節される幹線道路や鉄道をもつ省全てが対象となる。図 3.11 は高速鉄道と高速鉄道につながる幹線道路ならびに鉄道との交通ネットワーク図、表 3.10 は高速鉄道につながる幹線道路ならびに鉄道を持つ郡の面積の合計とその割合を省ごとに示した一覧である。表 3.10 によると、ベトナムにある 63 の省のうち、全ての省が高速鉄道の整備による高速交通ネットワークの恩恵を受けることとなる。高速鉄道の整備に伴い、広い地域において、ハノイやホーチミン等の主要都市と地方都市間のアクセス時間の短縮、地方都市間でのアクセス時間の短縮が実現できる。都市の空間開発の観点からみても、高速鉄道を整備する必要性は高いと言える。



注：黄緑色が高速鉄道、赤線が幹線道路もしくは鉄道を示す。Ngoc Hoi（ノックホイ）、Vinh（ビン）、Hue（フエ）、Da Nang（ダナン）、Nha Trang（ニャチャン）、Long Thanh（ロンタイン）、Thu Thiem（トゥディエム）

出典：JICA 調査団（ローカルコンサルタント提供データに HSR ルート案を記入）

図 3.11：高速鉄道と幹線道路ならびに鉄道との交通ネットワーク

表 3.10 : 高速鉄道につながる幹線道路ならびに鉄道を持つ省の面積の合計とその割合

地域	No	省名	行政機関	地形	カバー 面積*1 (km ²)	カバー 面積率 (%)
北部エリア	1	Hà Nội	中央直轄市	デルタ	3,458	100
	2	Vĩnh Phúc	省	デルタ	1,301	100
	3	Bắc Ninh	省	デルタ	607	74
	4	Quảng Ninh	省	デルタ	5,257	90
	5	Hải Dương	省	デルタ	1,369	82
	6	Hải Phòng	中央直轄市	デルタ	1,119	82
	7	Hưng Yên	省	デルタ	930	100
	8	Thái Bình	省	デルタ	1,596	100
	9	Hà Nam	省	デルタ	861	100
	10	Nam Định	省	デルタ	1,615	100
	11	Ninh Bình	省	デルタ	1,364	100
	12	Hà Giang	省	丘陵地又は山地	6,741	85
	13	Cao Bằng	省	丘陵地又は山地	5,891	88
	14	Bắc Kan	省	丘陵地又は山地	3,937	81
	15	Tuyên Quang	省	丘陵地又は山地	5,861	100
	16	Lào Cai	省	丘陵地又は山地	6,116	96
	17	Yên Bái	省	丘陵地又は山地	6,140	89
	18	Thái Nguyên	省	丘陵地又は山地	3,521	100
	19	Lạng Sơn	省	丘陵地又は山地	8,337	100
	20	Bắc Giang	省	丘陵地又は山地	3,890	100
	21	Phú Thọ	省	丘陵地又は山地	3,088	87
	22	Điện Biên Phủ	省	丘陵地又は山地	5,821	61
	23	Lai Châu	省	丘陵地又は山地	5,399	60
	24	Sơn La	省	丘陵地又は山地	12,639	90
	25	Hòa Bình	省	丘陵地又は山地	4,414	100
中間エリア	26	Thanh Hóa	省	低地（海岸部）	10,279	93
	27	Nghệ An	省	低地（海岸部）	16,514	100
	28	Hà Tĩnh	省	低地（海岸部）	5,962	100
	29	Quảng Bình	省	低地（海岸部）	7,966	100
	30	Quảng Trị	省	低地（海岸部）	4,613	100
	31	Thừa Thiên Huế	省	低地（海岸部）	4,668	97
	32	Đà Nẵng	中央直轄市	低地（海岸部）	885	90
	33	Quảng Nam	省	低地（海岸部）	8,328	79
	34	Quảng Ngãi	省	低地（海岸部）	3,025	59
	35	Bình Định	省	低地（海岸部）	5,338	88
	36	Phú Yên	省	低地（海岸部）	4,000	80
	37	Khánh Hòa	省	低地（海岸部）	3,109	67
	38	Ninh Thuận	省	低地（海岸部）	3,376	100
	39	Bình Thuận	省	低地（海岸部）	7,935	100
	40	Kon Tum	省	台地	7,260	89
	41	Gia Lai	省	台地	14,776	86
	42	Dak Lak	省	台地	12,552	95
	43	Dak Nông	省	台地	6,507	100
	44	Lâm Đồng	省	台地	7,588	77

地域	No	省名	行政機関	地形	カバー面積*1 (km ²)	カバー面積率 (%)
南部エリア	45	Bình Phước	省	丘陵地又は平坦地	6,514	94
	46	Tây Ninh	省	丘陵地又は平坦地	2,502	62
	47	Bình Dương	省	丘陵地又は平坦地	2,684	100
	48	Đồng Nai	省	丘陵地又は平坦地	5,835	100
	49	Bà Rịa–Vũng Tàu	省	丘陵地又は平坦地	1,724	89
	50	Ho Chi Minh	中央直轄市	丘陵地又は平坦地	1,883	97
	51	Long An	省	デルタ	3,563	79
	52	Tiền Giang	省	デルタ	2,392	100
	53	Bến Tre	省	デルタ	1,934	85
	54	Trà Vinh	省	デルタ	2,207	100
	55	Vĩnh Long	省	デルタ	1,363	89
	56	Đồng Tháp	省	デルタ	2,800	83
	57	An Giang	省	デルタ	2,384	68
	58	Kiên Giang	省	デルタ	5,672	90
	59	Cần Thơ	中央直轄市	デルタ	1,439	100
	60	Hậu Giang	省	デルタ	1,503	93
	61	Sóc Trăng	省	デルタ	3,266	100
	62	Bạc Liêu	省	デルタ	2,460	100
	63	Cà Mau	省	デルタ	3,228	63

注：網掛けの省は高速鉄道が通過する省である。Hà Nội（ハノイ）、Đà Nẵng（ダナン）、Ho Chi Minh（ホーチミン）

*1：“カバー面積”とは、交通ネットワーク（幹線道路並びに鉄道）が高速鉄道に接続されている地区全体の面積の合計したものである。

出典：JICA 調査団

3.4.2 沿線都市の産業開発の可能性

高速鉄道の利用を一層高めるためには、高速鉄道の整備を契機として、沿線都市の産業開発を同時に進めていくことが肝要である。地方自治体のマスタープランに基づき、各沿線都市で推進することが可能な産業を駅毎に示す。

沿線都市の各種産業が発展していくと、居住人口・産業人口ともに増加することが予想される。ベトナムでは、現在、バイクや車等の私的交通手段が卓越しており、既成の市街地は渋滞傾向にある。公共交通機関によって、域内の交通ネットワーク拠点から観光地・他主要施設までを有機的につなぐことにより、迅速な人の移動や渋滞の緩和が実現され、ひいては、町の魅力を高め、各種の経済効果も期待できる。人の主たる移動手段を、私的交通手段から公共交通機関へ転換させるためには、高速鉄道をはじめとした域内の公共交通ネットワークを充実させる必要がある。本調査の対象であるビン駅からニャチャン駅までの中間区間を対象とし、高速鉄道の整備を契機とした公共交通志向型開発（以下、「TOD」とする）のコンセプトを駅毎に示す。

なお、ノックホイ駅からビン駅までの北部区間とニャチャン駅からトゥティエム駅までの南部区間の開発方針は前回調査で示されているため本紙では割愛した。また、沿線都市人口の多いビン駅、フエ駅、ダナン駅、Dieu Tri 駅、ニャチャン駅の 5 つの駅の TOD のコンセプトプランは次項で詳述する。

1. 駅名	Ngoc Hoi (ノックホイ)
地形	平坦地
土地利用	農地 (または湿地などの未利用地)
既存駅からの距離	既存の Van Dien 駅から約 4 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 1 km
地域人口	7.588 百万人 (ハノイの人口)
産業開発の可能性	首都ハノイは産業機能と行政機能が集中している。対象地域は、首都ハノイの産業・行政機能の拡大・強化に伴い、その受皿としての役割を果たすことにより、同地域の発展が期待できる。

2. 駅名	Phu Ly
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Phu Ly 駅から約 4.5 km
主要幹線道路までの距離	国道 21A から約 1 km
地域人口	137,000 人
産業開発の可能性	石灰や石膏、石材等の鉱物資源があり、セメント加工等の製造業の拡大が期待される。また、金属加工産業・電子産業等の開発の可能性がある。

3. 駅名	Nam Dinh
地形	平坦地、河川・運河
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Nam Dinh 駅から約 4 km
主要幹線道路までの距離	国道 21A から約 1 km
地域人口	380,000 人
産業開発の可能性	繊維産業の拡大ならびに同産業の拡大に向けた職業訓練サービスの推進が期待される。

4. 駅名	Ninh Binh
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Ninh Binh 駅から約 6 km
主要幹線道路までの距離	国道 10 から約 2 km
地域人口	160,000 人
産業開発の可能性	対象市は、かつては製造業が栄えた都市である。建設資材加工、食品加工等の製造業のさらなる発展が期待される。また、対象市の西部には世界遺産に登録されている自然観光資源があり、観光産業の発展が期待される。

5. 駅名	Thanh Hoa
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Thanh Hoa 駅から 約 1.7 km
主要幹線道路までの距離	国道 45 から約 1 km
地域人口	435,000 人
産業開発の可能性	対象市は歴史的史跡を多く残す都市であると同時に、工業も活発に行われてきた都市である。工業と観光ビジネスの両方を活性化できる可能性がある。また、対象市近郊のビーチエリアも新たな観光開発の可能性はある。

6. 駅名	Vinh (ビン)
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存のビン駅から 約 2.5 km
主要幹線道路までの距離	アジアンハイウェイ 1 号線から約 1 km
地域人口	490,000 人
産業開発の可能性	対象市の沿岸部の一部や市内の史跡は既に観光地となっている。観光産業ならびに観光関連産業の拡大が期待される。
TOD のコンセプト	次項に示す

7. 駅名	Ha Tinh
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存駅はない
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 2 km
地域人口	118,000 人
産業開発の可能性	対象市の北部や東部では海洋のエコツーリズムによる観光産業の発展が期待できる。南部には大学や工業団地が立地しており、情報技術サービス産業クラスター（ソフトウェア開発、IT 対応サービス等）の形成が期待できる。
TOD のコンセプト	現在、市内の公共交通サービスはバスのみである。既成市街地内の TOD を考慮する上では、高速鉄道駅と市内のバスターミナルとを接続する必要がある。 また、対象市の東部沿岸部では工業団地整備が進められている。高速鉄道駅と工業団地との接続を強化する交通網の整備により、工業団地の後背圏の公共交通ネットワークが強化されることから、域内の地域開発効果が期待される。

8. 駅名	Vung Ang
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存駅はない
主要幹線道路までの距離	AH1 から約 1 km
地域人口	---
産業開発の可能性	金属・冶金産業および港湾開発に関わる産業、労働集約型産業、輸出型産業などの育成・強化が期待される。なお、対象市の沿岸地域では、貿易促進のための港湾整備や工業団地などの事業が進行中である。
TOD のコンセプト	対象地域は、港湾を含む産業および貿易に関する開発に重点を置いており、公共交通網はこれらの新興開発地域を高速鉄道駅と結びつける。貿易に関連した新たな事業創出の可能性があり。 東部沿岸部で進む港湾及び工業団地開発とそれに付随する人口増加から生活サービス産業の拡大も今後見込まれている。高速鉄道駅と港湾地区および工業団地とを接続する交通網の整備により、地域の交通需要に対応することができる。また、製造業全般の産業拡大に向けた開発効果が期待される。

9. 駅名	Dong Hoi
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Dong Hoi 駅から約 3 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 0.5 km
地域人口	160,000 人
産業開発の可能性	対象市は、考古学史跡や自然などを目的とする観光で有名であり、観光産業のさらなる拡大が期待される。また、観光客に加えて考古学等の研究者を対象としたサービス産業の開発の可能性もある
TOD のコンセプト	対象市にはユネスコ登録されている洞窟の他、自然観光資源等が観光地となっている。また沿岸部ではビーチリゾートの開発も進んでいる。高速鉄道駅と市街地ならびに観光資源とをつなぐ交通網を効果的に整備することにより観光関連産業等の拡大も期待できる。

10. 駅名	Dong Ha
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Dong Ha 駅から約 2 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 1 km
地域人口	82,000 人
産業開発の可能性	経済構造を抜本的に改革するために、対象市では、工業・建設業、サービス産業・貿易業、農林水産業を総合的に成長させる方針である。
TOD のコンセプト	各種の産業開発のポテンシャルを高めるために、高速鉄道駅と対象市内の主要施設と結びつける。 対象都市には大きな産業の核は存在しないが、フエ市を含めた周辺観光地の中にあって、フエ市の観光産業の拡大に伴い、域内の観光サービス産業の一部を担う可能性はある。高速鉄道駅と市街地間の公共交通網の整備により広域観光産業への間接的効果が期待される。

11. 駅名	Hue (フエ)
地形	丘陵地
土地利用	墓地、住宅地
既存駅からの距離	既存のフエ駅から約 3 km
主要幹線道路までの距離	国道 49 から約 5 km
地域人口	354,000 人
産業開発の可能性	対象市は、ベトナムの中でも歴史的観光で有名な都市の一つである。観光産業のさらなる拡大、観光サービス産業の開発が期待される。
TOD のコンセプト	次項に示す。

12. 駅名	Da Nang (ダナン)
地形	平坦地（一部丘陵地あり）
土地利用	住宅地および農地
既存駅からの距離	既存のダナン駅から約 7 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 1 km
地域人口	1.347 百万人
産業開発の可能性	対象市は、ベトナムの中でもビーチ観光で有名な都市の一つである。観光産業のさらなる拡大、観光サービス産業の開発が期待される。
TOD のコンセプト	次項に示す。

13. 駅名	Tam Ky
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Tam Ky 駅から約 2 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 1 km
地域人口	81,000 人
産業開発の可能性	対象都市はダナンと Hoi An の観光地を結ぶ直線上に位置し、観光関連のサービス産業が発展する可能性がある。両市の観光産業の拡大に伴い、その受け皿としての役割を果たすことにより、同地域の発展が期待できる。
TOD のコンセプト	高速鉄道駅と市街地を結びつけるとともに、市街地内の公共交通網を充実させる。 対象都市には大きな産業の核は存在しないが、ダナンや Hoi An 等を含めた周辺観光地の近傍にあって、地域観光サービス産業の一部を担う可能性はある。よって駅と市街地間の公共交通網の整備で広域観光産業への間接的効果が期待される。

xx. 駅名	Dung Quat (開発想定のみ：ローカルコンサルタントによる)
地形	緩やかな起伏のある地形の谷間
土地利用	森林および農地
既存駅からの距離	既存の Tri Binh 駅から約 4 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 3 km
地域人口	---
産業開発の可能性	沿岸域に、貿易港と工業地帯を整備する動きがある。これらのビジネス活動や物流サービス業の発展の可能性はある。
TOD のコンセプト	高速鉄道駅と工業地帯、港湾および空港との接続を考慮する。 対象市の北部にある空港およびその周辺での工業団地開発が当該地域の産業成長地区となる。この地区を包括する都市交通網の整備により、関連サービス産業も含めた地域産業強化への貢献が期待される。

14. 駅名	Quang Ngai
地形	起伏のある地形、河川
土地利用	住宅地
既存駅からの距離	既存の Quang Ngai から約 2 km
主要幹線道路までの距離	DT623B から約 0.5 km
地域人口	260,000 人
産業開発の可能性	市内にはいくつかの小規模な工業施設がある。対象市では、特に工業・建設業の拡大に力点をおいており、石油精製業、建設資材、セラミック、ガラス製造業、金属加工、造船、電子産業等の開発の可能性がある。また、鉄やスズ、レアアース等の鉱物資源があり資源開発が期待される。 また、市内の主要 5 地点で、リゾート開発を計画しており、観光産業の開発が期待される。
TOD のコンセプト	高速鉄道駅と市街地を結びつけるとともに、市街地内の公共交通網を充実させる。 対象地北部にある空港およびその周辺での工業団地開発が当該地域の主要産業成長市区となり、この地区を包括する都市交通網の整備から関連サービス産業も含めた地域産業強化への貢献が期待される。

15. 駅名	Phu My
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	既存の Phu My 駅から約 1 km
主要幹線道路までの距離	DT631B から約 1 km
地域人口	---
産業開発の可能性	対象市の東部沿岸部での塩田産業の拡大ならびに関連産業が期待される。
TOD のコンセプト	高速鉄道駅と市街地を結びつけるとともに、市街地内の公共交通網を充実させる。対象市は人口密度が低く、人が集中する地域はほとんどみられないため、域内の要所を結ぶ基軸交通網の整備により地域活性化に貢献する。

16. 駅名	Dieu Tri (Qui Nhon)
地形	平坦地、河川
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Dieu Tri 駅から約 2 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 0.5 km
地域人口	656,000 人
産業開発の可能性	対象市は、大規模な産業開発都市であり多くの人口を有する Qui Nhon 市に隣接している。南部のビーチエリアはリゾートエリアとしても開発されている。マルチセクターの企業が入居する工業地帯においては、より大規模な港湾や産業開発が行われることが予想される。港湾関連産業の拡大も期待される。
TOD のコンセプト	次項に示す。

17. 駅名	Tuy Hoa
地形	平坦地
土地利用	農地
既存駅からの距離	既存の Tuy Hoa 駅から約 3 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 0.5 km
地域人口	202,000 人
産業開発の可能性	科学技術をベースとした、ハイテク産業及び高付加価値産業等の集積による社会・経済発展が期待される。
TOD のコンセプト	都市と産業の開発は海岸沿いに広がっており、これらの地域は公共交通網によって結ばれる必要がある。この交通網は鉄道駅、空港、高速鉄道駅を含む。 対象市では東海岸沿いの工業団地開発が主な産業拡大の中心である。鉄道駅を含めた工業団地地区および住宅地区における交通ネットワーク化により、地域の産業成長に貢献できる。

18. 駅名	Nha Trang (ニャチャン)
地形	平坦地、河川
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	既存のニャチャン駅から約 4 km
主要幹線道路までの距離	国道 1C から約 0.5 km
地域人口	421,000 人
産業開発の可能性	対象市は、ベトナムの中でも市内観光、ビーチ観光で多くの観光客を呼び込んでいる都市の一つである。観光産業のさらなる拡大、観光サービス産業の開発が期待される。
TOD のコンセプト	次項に示す。

19. 駅名	Thap Cham
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	既存の Thap Cham 駅から約 1 km
主要幹線道路までの距離	国道 27 から約 0.8 km
地域人口	161,000 人
産業開発の可能性	省としては、6 つの主要セクター（エネルギー、観光、農業、林業、漁業、加工業）の開発を進めることとしている。特に、対象市は産業クラスター開発の対象となっており、クラスター関連産業が期待される。ホーチミン市との産業の棲み分けができることが望ましい。

20. 駅名	Tuy Phong
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	既存の Song Mao 駅から約 12 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 0.1 km
地域人口	91,000 人
産業開発の可能性	対象市東部には大規模な発電所がある。これを中核とする産業として、職業訓練サービス、大きな電力需要を要する企業等を誘致できる。ホーチミン市との産業の棲み分けができることが望ましい。

21. 駅名	Phan Thiet
地形	平坦地
土地利用	農地および住宅地
既存駅からの距離	既存の Phan Thiet 駅から約 2 km
主要幹線道路までの距離	国道 1A から約 1.5 km
地域人口	335,000 人
産業開発の可能性	対象市は数多くのリゾート開発が進められている。観光・リゾート関連産業の開発の可能性がある ホーチミン市との産業の棲み分けができることが望ましい。

22. 駅名	Long Thanh (ロンタイン)
地形	平坦地
土地利用	農地（ゴムプランテーション）
既存駅からの距離	既存駅はない
主要幹線道路までの距離	CT01 から約 3 km
地域人口	---
産業開発の可能性	空港サービスと高速鉄道サービス等のサービス産業、観光サービス産業の拡大の可能性がある。 ホーチミン市との産業の棲み分けができることが望ましい。

23. 駅名	Thu Thiem (トゥティエム)
地形	平坦地
土地利用	住宅地
既存駅からの距離	既存駅はない
主要幹線道路までの距離	-
地域人口	8.426 百万人
産業開発の可能性	対象市は、ベトナム最大の商業都市である。鉄工業、サービス業、ハイテク産業、電器、機械加工及び軽工業、建設業や素材産業、農業製品製造業など、多様な産業の開発が進められている。15 の工業団地及び輸出加工地区があり、これに加えて、労働集約側のソフトパークやハイテクパーク等がある。

出典：JICA 調査団、但し一部の駅の情報は前回調査（JICA、2013）を参照

3.4.3 TOD のコンセプトプラン

高速鉄道の沿線都市のうち、沿線都市人口の多いビン駅、フエ駅、ダナン駅、Dieu Tri 駅、ニャチャン駅の 5 つの駅を選定し、それぞれの駅の土地利用の現況と計画、TOD コンセプト、駅前開発の方針、TOD による地域波及効果を示す。

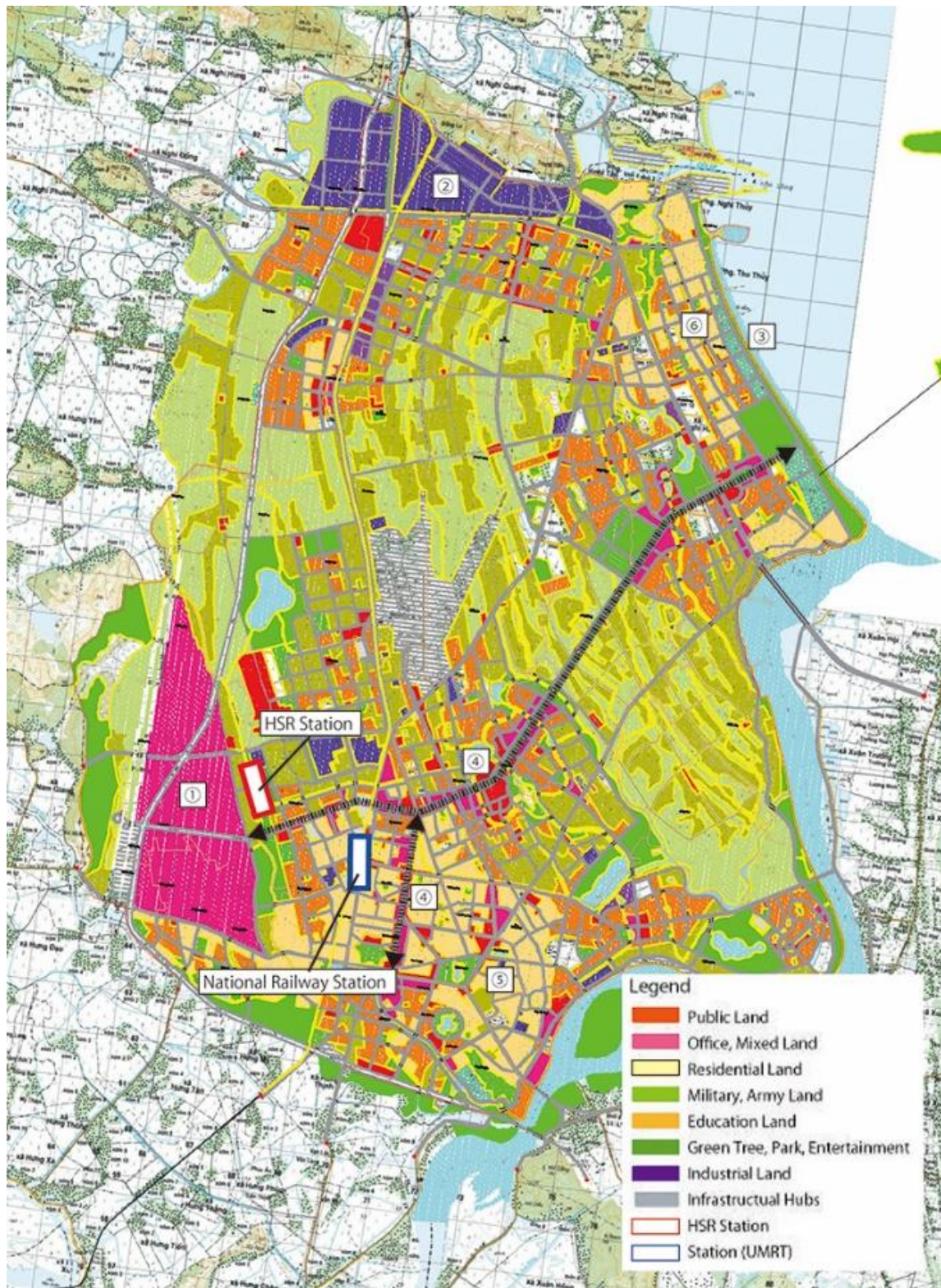
(1) ビン駅

1) 土地利用の現況と計画

高速鉄道駅周辺の現況の土地利用は農地であり、既存駅周辺は住宅地や商業用地となっている。また、高速鉄道駅の北部約 15 km 先には、工業団地が立地している（次図中②）。さらに、ビン市の北東の沿岸部の一部は観光地となっている（次図中③）。

図 3.12 に示した土地利用計画図をみると、高速鉄道駅の西側（次図中①）ならびに高速鉄道駅や既存駅周辺の主要幹線道路沿いは（次図中④）、住宅やオフィス・商業等が混合する複合用地として土地利用誘導していくことが計画されている。また、その後背地（次図中⑤）と東部の海岸沿い（次図中⑥）は住宅地の用途を誘導していくことが計画されている。

駅周辺は、住民の生活ならびに商業・業務の利便の増進を図る土地利用が計画されている一方で、沿岸部では、観光資源を活かして周辺に緑地やオープンスペースを確保した空間形成が計画されている。



出典：JICA 調査団（ビン市のMPを参照）

図 3.12：ビン駅周辺の土地利用計画図

2) TOD コンセプト

ビン市は今後の観光産業拡大が期待される都市である。現在は空港南西部に位置する中心市街地に鉄道駅と国際バスターミナルや市場、大学などがあり、この周辺に人口が集中している。一方で、北東部の海岸沿いには観光地区の形成が始まっておりホテルの開発も進んでいる。

ビン市では高速鉄道ならびに国道駅周辺の中心市街地および北東部のビーチリゾート地区内をそれぞれ循環する地区バスサービスを導入し、これら 2 地区および空港を接続するバスサービスを基軸とした都市交通網の整備を行う。また、中心市街地から北部の工業団地への移送サービスの提供も含め、製造業に従事する労働者の域内アクセスの向上を図る。以下に主な交通網開発案を示す。

- 南西部の中心市街地を循環するバスサービスを整備し、既存駅、高速鉄道駅、バスターミナル等も併せて接続する。
- 北西部の海岸地区を巡回するバスサービスを整備し、主に旅行者へのサービスを行う。
- 観光客を含む幅広い利用者のニーズに応えるため、中心市街地および海岸地区を結ぶバスルートを整備し、空港アクセスもこのサービスルートに加える。
- 北部に位置する工業団地や病院その他社会サービス施設などへも移送サービスを行う外環循環バスサービスを中心市街地から運行する。



出典：JICA 調査団（ビン市の MP を参照）

図 3.13：ビン駅周辺の TOD コンセプトプラン

3) 駅前開発の方針

ビン市はまだ都市形成の成長の初期段階であり、マスタープランでは、今後の土地利用計画が広大な地区として示されている。高速鉄道駅周辺の市街地は、生活圏の近傍にビジネス・商業・金融機能を備えた都市形成を図っていく一方で、観光都市として来訪者を呼び込み、観光産業の更なる拡大も期待されている。

上記を踏まえ、ビン駅周辺は、土地の有効活用を図るため、中・高密度開発を可能とする商業用途として土地利用転換を図り、商業施設を中心に、娯楽施設、宿泊施設、などと複合開発として高層住宅開発を進め、また、地上は緑地やオープンスペースを広く確保できる地区開発提案を盛り込むことが望ましい。さらに、同市はラオスへの国際バスルートなどもあることから、陸の交通の要所となっており、駅前開発においては、長距離バスターミナルなどの移設統合なども含め、マルチモーダルな駅機能整備も求められる。

4) 地域波及効果

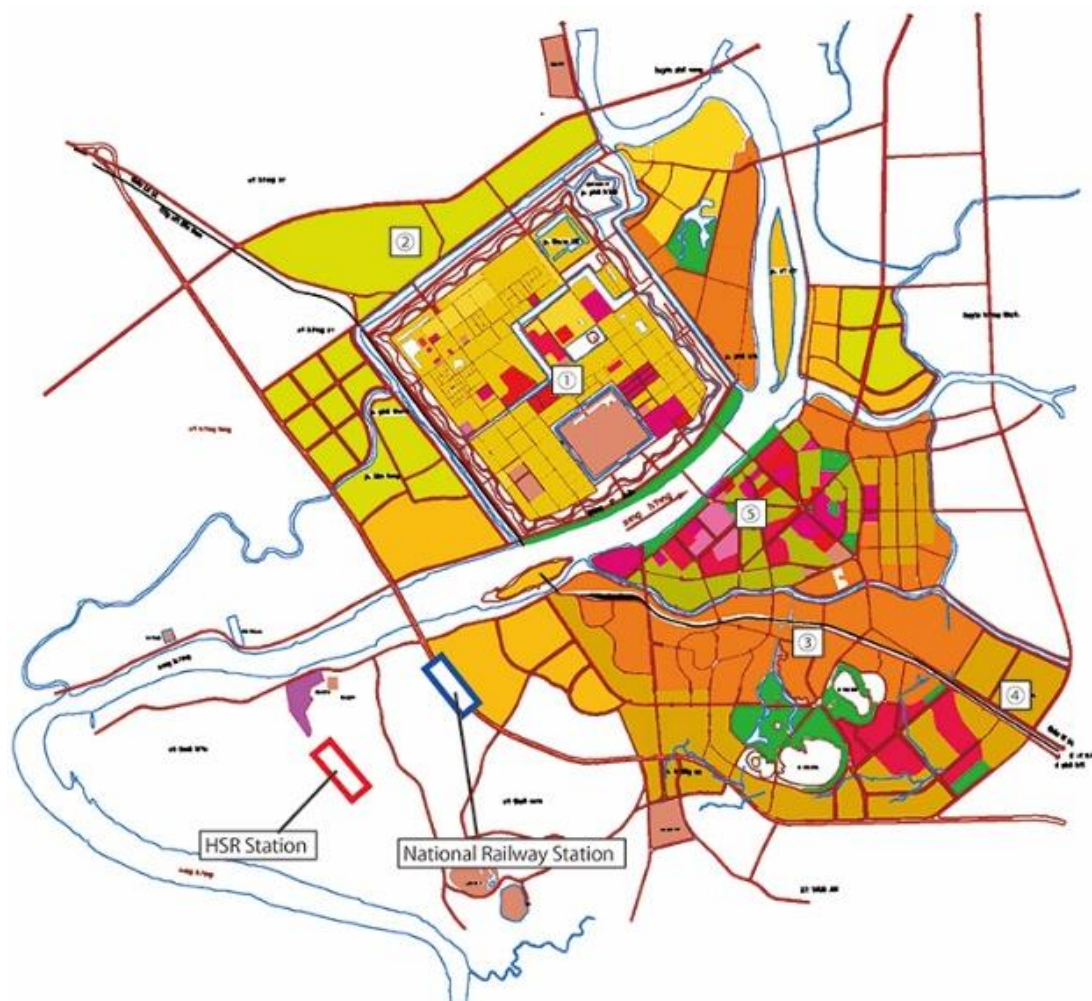
ビン市はビーチリゾートや歴史遺産を核とした観光産業強化を図っている。また、市内には空港や国際バスターミナル等が整備されている。高速鉄道駅と各種公共交通機関を連携することにより、観光並びにサービス産業強化への開発効果が期待できる。周辺地域への旅行者の移動をサポートする交通ネットワークを市内 TOD と連携することでその効果がさらに期待できる。

(2) フェ駅

1) 土地利用の現況と計画

高速鉄道駅ならびに既存駅の周辺の現況土地利用は住宅地となっている。市内を流れる河川を境として南北に都市の様相が異なっている。河川北側は、歴史的町並みを残す城郭都市が存在し（次図中①）、河川南側はより近代的な商業地が形成されている（次図中⑤）。さらに、城郭や商業地域の後背地には住宅地が広がっており（次図中②③④）、一帯は新旧の土地利用が混在する地域となっている。

図 3.14 に示した土地利用計画図をみると、河川北側の城郭都市の保全を図りつつ、概ね現況の土地利用を誘導させる計画となっている。



出典：JICA 調査団（フエ市の MP を参照）

図 3.14：フエ駅周辺の土地利用計画図

2) TOD コンセプト

フエ市は歴史的には城郭都市として成長し、現在は観光都市としての成長を続ける人口約 35 万人を超える都市である。市内を流れる河川の北側は歴史的資産が残る地区であり、南側は新興商業地区が広がっている。さらに、フエ市の東部に向かって新興住宅開発地区が成長している。このような成長を続ける都市において、歴史地区、商業地区、新興住宅地区の 3 地区でそれぞれの交通網を整備し、さらに、これら 3 地区を連携する交通網を整備・強化することが求められる。これらの都市内基幹交通網に対して高速鉄道駅、既存駅、バスターミナル、空港へのアクセスを実現する連絡交通ルートを整備することにより、総合的な広域交通網の中にフエ市の都市交通網を連結することが可能となる。以下に主な交通網開発案を示す。

- 商業地区では外周部を循環する大型バスネットワークと域内を網羅するミニバスネットワークなどを整備し、交通渋滞の緩和を意識しながら移動サービスの強化を図る。バスモールの設定やタクシーサービスの充実なども含める。

- 歴史地区では、その歴史性や街並みへの配慮から、レトロデザインのミニバスを主な機材として導入し、運行頻度を高くして観光需要に対応する地区交通サービスを展開する。
- 東部の新興住宅地区では開発の段階に合わせた車両サイズや運行計画を柔軟に適応できるバスネットワークを形成する。
- 歴史地区、商業地区、新興住宅地区を結ぶバスネットワークを整備し、専用レーンを設けて運行の円滑化を図る。この接続ルートには、高速鉄道駅、既存駅、長距離バスターミナル、空港なども含む必要がある。

3) 駅前開発の方針

フエ市は歴史遺産を活用した観光産業と文化研究に関連する産業振興に今後も可能性がある都市である。高速鉄道駅の主な役割は旅行者を中心に研究者やサービス産業の関係者の利用が想定される。高速鉄道駅から市内中心部へのアクセス性を十分に確保するための交通ネットワークを整備することが重要である。現在の駅開発予定地は小高い丘状地の住宅地の中にあり、この周辺は低密度の住宅地である。

上記を踏まえ、同地区の住民移転を実施し、駅周辺 200 m 程度の範囲で各交通機関への乗り換え機能を充実させること、周辺住宅地区への環境配慮の観点から公園などの公共スペースを配置し、バッファゾーンとして機能させることが望まれる。



出典：JICA 調査団（フエ市の MP を参照）

図 3.15：フエ駅周辺の TOD コンセプトプラン

4) 地域波及効果

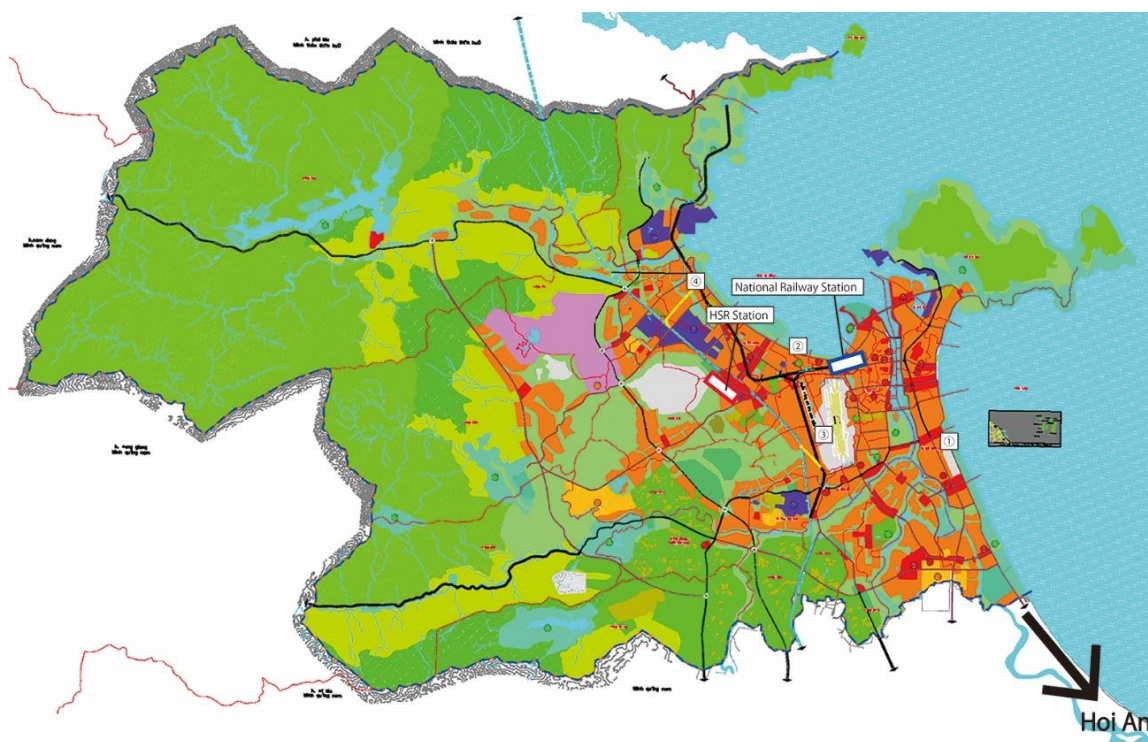
新興住宅地域の生活に必要な交通網の整備ならびに観光産業の需要に応えるための都市交通網の整備が求められており、高速鉄道駅からの接続利便性と市内全域での円滑な移動をサポートするネットワーク化により地域産業のさらなる活性化が期待される。

(3) ダナン駅

1) 土地利用の現況と計画

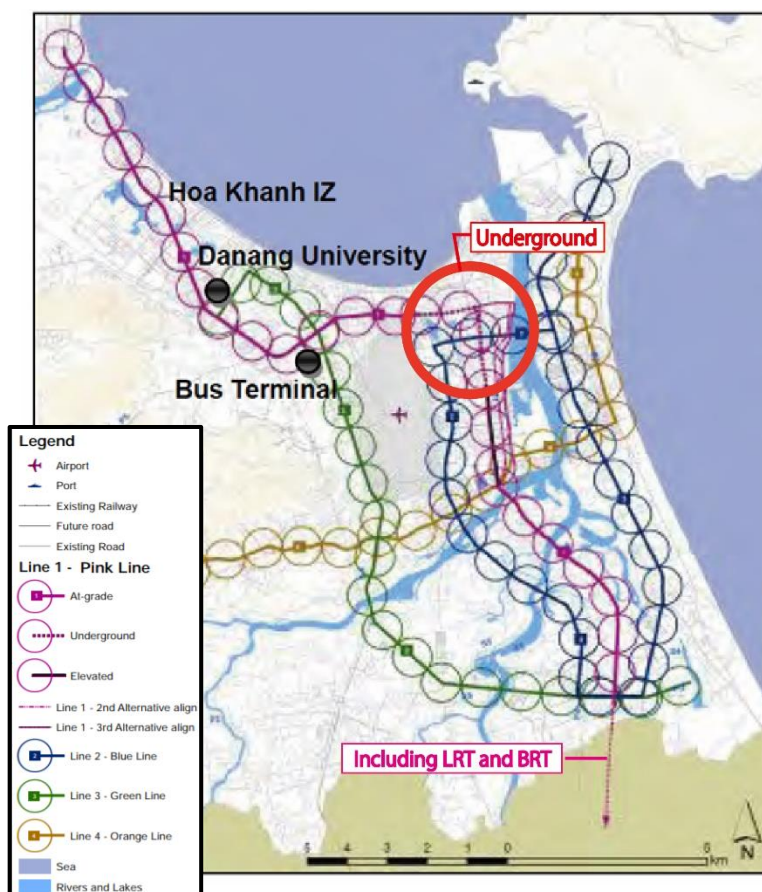
高速鉄道駅ならびに既存駅の周辺の現況土地利用は住宅地の用途となっている。ダナン市の東部の沿岸部（図 3.16 の①②）はビーチリゾートの観光地となっており、多くの観光客が訪れている。市内中心部に空港が立地しており（図 3.16 の③）、観光客の市内アクセス性が非常に高い。

ダナン市都市開発マスタープランでは、将来的にダナン市は 200 万人を要し、さらに成長すると予想されている。このため、公共交通をベースにしたコンパクトな市街地形成が不可欠であると示されている。これらの方針のもと、同マスタープランにおいて、南北に縦断するダナン都市バイパス（図 3.16 の④）は、将来のダナン市の 3 つの中心業務地区を結ぶ最も重要な路線であると位置づけられおり、このダナン都市バイパスは交通需要に応じて、次世代型路面システム（LRT）やバス高速輸送システム（BRT）を組み合わせたシステムを導入すること、さらには、都市中心部における最初の 5 km の部分は、地下整備すること等が提案されている（図 3.17）。



出典：JICA 調査団（ダナン市都市開発 MP を参照）

図 3.16：ダナン駅周辺の土地利用計画図



出典：JICA 調査団（ダナン市都市開発 MP を参照）

図 3.17 : UMRT プロジェクト（Urban Mass Rapid Transit 都市大量輸送）の位置図

2) TOD コンセプト

図 3.17 にも示されるように、高速鉄道駅とダナン都市バイパスを含む市内の主要幹線道路上の公共交通機関とのネットワーク化を図る。

さらに、ダナン市、フエ省、Quang Nam 省（歴史的観光地である Hoi An を含む省）は、それぞれが観光都市として多くの来訪者が訪れる地域となっているものの、地域間の連携・調整がとれておらず、それぞれの観光資源の最大活用が図れていない。フエ駅とダナン駅は高速鉄道により旅客の流れをつなげ、高速鉄道ダナン駅から Hoi An までを公共交通網でつなぐ観光ルート、高速鉄道駅から空港・既存駅を繋ぐルート、および市内の主な機能拠点を連絡するルートを整備し、それらのネットワーク化を図ることが重要である。以下に主な交通網開発案を示す。

- 域内の円滑な人の流れを誘導するため、ダナン市都市開発マスタープランにも示されたとおり、ダナン都市バイパスは交通需要に応じて BRT や LRT を導入する。
- ビーチルートを Hoi An まで結ぶルートは、LRT によるネットワークで部分的な高速運転区間での運行計画の合理化も図る。ダナン市街地も経由しダナン湾沿いまで延伸することも視野に入れる。

- 高速鉄道駅、空港、既存駅と主な長距離バスターミナルなどを結ぶ路線については専用車線を持つバスネットワークやLRT などによる循環サービスを展開する。
- 市街地および南部 Hoi An 市についてはそれぞれに市内バスネットワークの整備・強化を行い、LRT や駅ネットワークルートとの接続性を確保する。行政地区、文教地区、商業地区等もネットワークで網羅する。



出典：JICA 調査団（ダナン市都市開発 MP を参照）

図 3.18：ダナン駅周辺の TOD コンセプトプラン

3) 駅前開発の方針

高速鉄道駅の開発予定地は今後住宅開発の拡大する地域に位置している。現在の観光開発の中心は空港東部に広がる中心市街地及びそこから南北に広がる海岸地区である。今後、高速鉄道整備が進むことで、ダナン市から 200 km 程度の圏内にあるいくつかの自然観光資源へのアクセス性も強化されるため、駅開発地周辺は陸路移動の旅行者やビジネス関係者が集まる地区となることが予想される。他の地域からの到着客も含め、広域観光や産業立地

などに関連する情報提供や短期宿泊施設、待合のための商業施設などを整備することで様々な滞在時間で利用者のニーズに対応できる。

上記を踏まえ、駅周辺は 300～500 m 四方程度を商業用地としての土地利用転換を図り、商業施設、宿泊施設、情報発信センターなどを都市交通ターミナルとともに整備し、幅広いニーズに対するサービス提供が可能な駅前開発を行うことが望ましい。

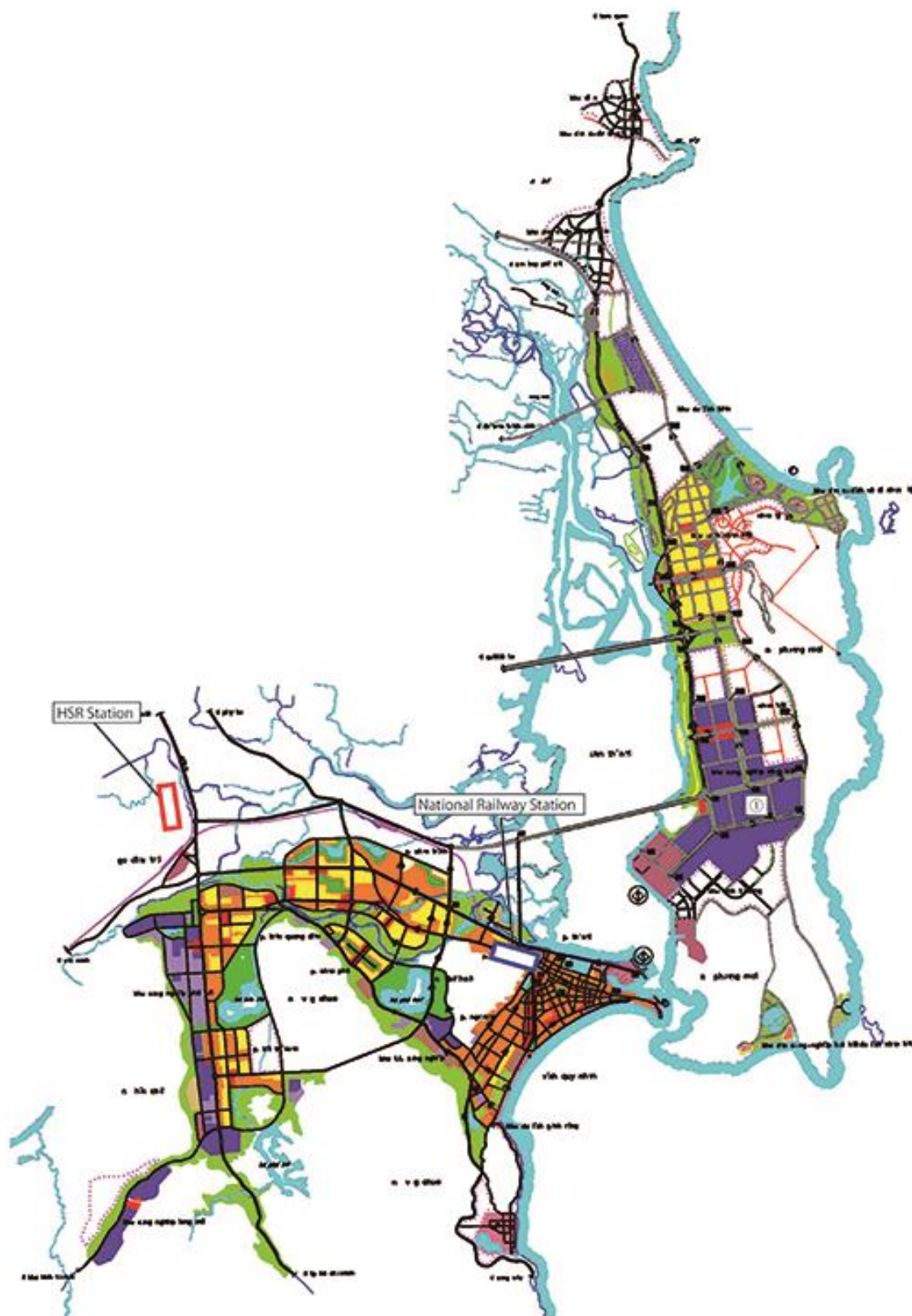
4) 地域波及効果

ダナン市、フエ省、Quang Nam 省（歴史的観光地である Hoi An を含む省）の 3 つの地域が一つの観光戦略を掲げ、3 つの地域を結ぶ公共交通ネットワークが確保されることにより、3 地域の観光地に観光客を長く滞在させ、また観光客に向けて多様な観光サービスを提供することはリピーター客を確保することにもつながり、3 地域の観光資源を最大限活用することが可能となる。

(4) Dieu Tri 駅 (Qui Nhon)

1) 土地利用の現況と計画

Qui Nhon 市はその北東に位置する半島に広大な工業団地（次図中①）の整備を進めている地域にある産業都市である。市内には海岸線もあり観光開発も進み、港湾地区、行政地区、商業地区、観光地区、文教地区と大きく 5 つの地区に分かれており、ここに 65 万人以上の人口が集中している。Qui Nhon 市への玄関口となる Dieu Tri 駅は、Qui Nhon 市中心部から 10 km 以上離れている。



出典： JICA 調査団（Qui Nhon 市 MP を参照）

図 3.19 : Dieu Tri 駅周辺の土地利用計画図

2) TOD コンセプト

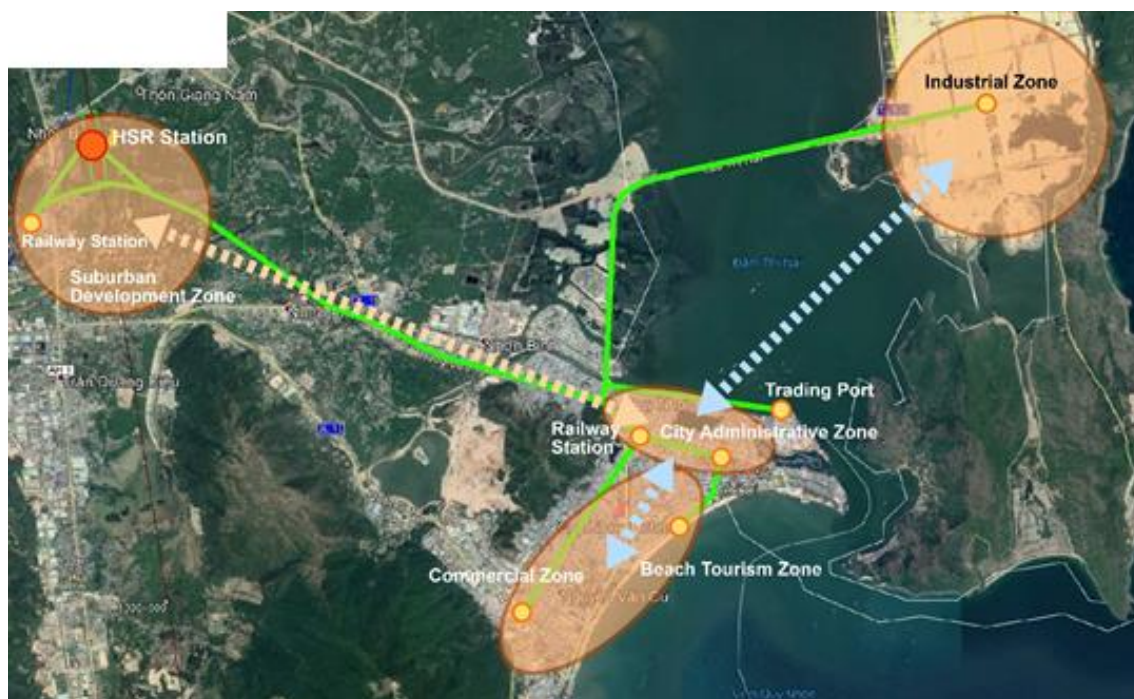
広範な地域での地域接続交通網の整備にあたっては、半島の工業団地地区、Qui Nhon 市中心地区（行政地区、商業地区、観光地区、文教地区、港湾地区を含む）、高速鉄道駅整備地区の 3 地区にそれぞれ交通ネットワーク整備を行い、更に 3 地域を接続する中距離交通網を整備することで地域ニーズに応えるサービスを提供する。以下に主な交通網開発案を示す。

- 工業団地地区の巡回と Qui Nhon 市内を接続するバスルートを整備し、半島と本土を定期運行するサービスを提供する。ただし工業団地内の工場労働者の通勤移動等については、工業団地運営組織及び各企業による送迎システムを活用することを基準とする。
- Qui Nhon 市内の 5 つの地区を循環するバスサービスと住宅地区や郊外地区を包括するルートサービスを整備し、市内の主なエリアを公共交通で移動可能なサービスを構築し交通渋滞の削減を目指す。
- 高速鉄道 Dieu Tri 駅および既存駅のある西部地域を再開発地区として再整備し、ここに地域バスネットワークによる交通サービスを提供する。
- 西部 Dieu Tri 地区、工業団地地区、Qui Nhon 市街地にそれぞれ形成される域内バスサービス網を接続する広域ネットワーク確立にむけ、LRT または連結バスなどによるサービスを提供する。

3) 駅前開発の方針

高速鉄道駅開発予定地は現在農耕地が大半を占め、住宅開発を含めた郊外型開発の拡大が予想される。Qui Nhon 市中心部や工業団地地区へは 10 km 以上の距離があることから、これら地区へのアクセス性は重要であるものの利用者のニーズによりこれら地区間の移動に偏りが生じることも想定される。Dieu Tri 駅周辺からの Qui Nhon 市内へのアクセスには一定の需要が期待されるが、ビジネス、観光の目的でも限定的であると思われ、観光客は Qui Nhon 市内へ直接移動、ビジネス目的の場合は高速鉄道を活用した地域間移動なども想定される。

上記を踏まえ、Dieu Tri 駅周辺にはビジネス目的での旅行者を対象とした短期宿泊施設や商業施設を整備するための商業用途地区を展開することが望まれる。また、Qui Nhon 市へのアクセス確保のためのサービス（LRT や連結バスを想定）のターミナルの整備で利用者のニーズに応える。工業団地への誘致を検討する企業などの訪問を想定すれば、工業団地の運営会社および行政サービスのワンストップサービスのような機能を駅周辺に配置することが望ましい。



出典： JICA 調査団（Qui Nhon 市 MP を参照）

図 3.20 : Dieu Tri 駅周辺の土地利用計画図

4) 地域波及効果

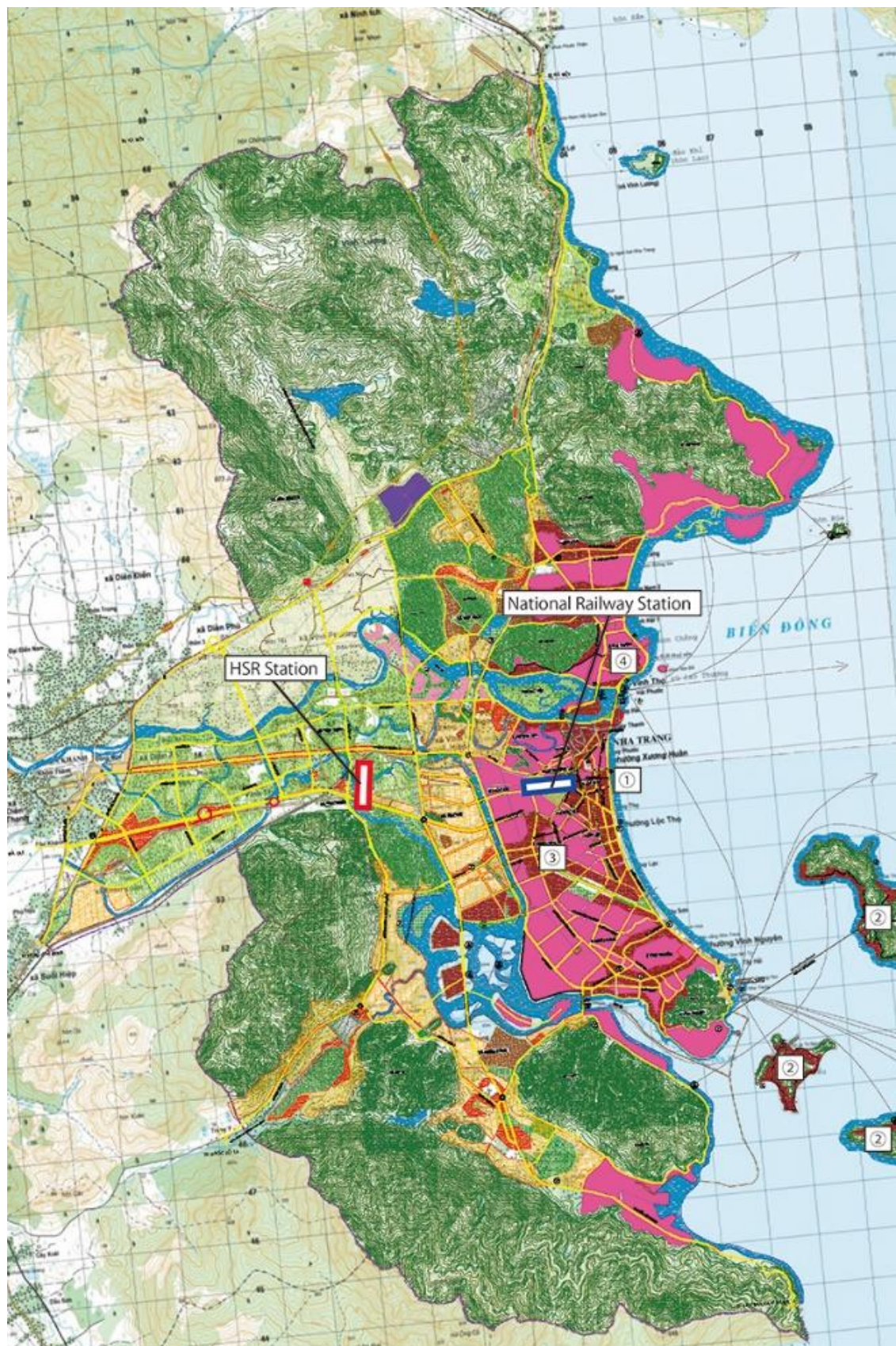
駅対象地の後背圏となる Qui Nhon では半島地区で大規模な工業団地開発が進み、港湾整備および観光地区整備と併せた海岸地区開発が進んでいる。今後、公共交通需要が拡大することが予想され、これに対応する大規模通勤システムなどの整備が必要である。観光地区での輸送機関との役割分担や高速鉄道との連結性を踏まえた広域交通網の整備で地域産業の成長に大きく貢献することが期待される。

(5) ニャチャン駅

1) 土地利用の現況と計画

高速鉄道駅の現況土地利用は裸地、既存駅の周辺は商業用地の用途となっている。ニャチャン市はダナン市に続く地方の観光地である。南北に続く弓なりの海岸沿いには多くのホテルやレストラン、その他様々な関連サービスが並んでおり（次図中①）、旧空港地区を除き高密度の都市開発が進んでいる。

周辺には観光島もあり（次図中②）、国際クルーズ船も寄港するビーチリゾート観光地となっている。市内は行政地区や商業地区、文教地区なども形成されている（次図中③）。また、同市の北部には大学も立地している（次図中④）。沿岸部に人口が密集する地域である。



出典： JICA 調査団（Nya Chan 市の MP を参照）

図 3.21： Nya Chan 駅周辺の土地利用計画図

2) TOD コンセプト

南北に伸びるビーチ観光地区と北海岸地区は LRT などによるサービスで観光客の需要に対応する必要がある。市内の既存駅、バスターミナル、行政地区や商業地区を接続する輸送ネットワークの中に高速鉄道駅も含むことで、広域観光資源開発にも貢献するといえる。現在運用されている空港は市内から南に 30 km 程離れており、ここへの輸送網は他のネットワークとの複合的な関連性よりも、市内の要所（主要ホテルや各種ターミナルや文化施設等）を結ぶ循環システムという役割を明確化する。以下に主な交通網開発案を示す。

- 市内のトライアングルルート及び主要地区を市内バスサービスで接続する。バスモールの設定と共にいくつかのサービスルートで巡回する運行ルート計画を導入することで、市内の渋滞緩和を実現する。市内の広域巡回から地区内巡回まで様々なサービスを、ヒエラルキーをもって整備する必要がある。
- ビーチロードおよび北海岸地区、大学エリアには LRT システムを導入し、サービスは市南部の港湾地区までを包括する。
- 市内バスサービスルートおよび LRT の主要駅などを結ぶ地域接続サービスに既存駅やバスターミナル、高速鉄道駅も含め、各地区へのアクセス性向上と対象利用者の拡大を図る。
- 国際空港へのアクセスは、市内のルートサービスの延長ではなく、空港及び市内の主要観光及び商業施設等を中心としたピックアップルートを回るサービスとし、市内交通網との役割分担を図る。



出典：JICA 調査団（ニャチャン市 MP を参照）

図 3.22：ニャチャン駅周辺の土地利用計画図

3) 駅前開発の方針

ニャチャン高速鉄道駅の開発予定地は低密度の住宅開発が進む地区であり、一部工場なども立地している。また、バイパスの整備が進み今後も住宅開発が拡大するものと想定される。ニャチャン市は周辺の観光地と連携した広域リゾートとしての機能よりも、ニャチャン市および観光島を主なサービス拠点としたエリアに特化した観光産業で成長する都市であるといえる。この観点では市内及び海岸地区において全ての観光サービスを提供するような都市構造を確立することが重要である。

上記を踏まえ、ニャチャン駅周辺では大規模な商業開発ではなく、域内へのアクセス性確保のための駅前乗り換え施設の充実が求められる。定時で運行数の多いバスサービスや、タクシーへの乗り継ぎ利便性を確保するための駅前ターミナル施設整備、観光案内サービスセンターなどの整備効果が高い。また、近隣の住宅開発地区への環境配慮の観点から公園等を十分に整備し、駅前開発地区の外周を修景することにより、陸の玄関口としてのイメージづくりを行うことを提案する。

4) 地域波及効果

ニャチャンは国際クルーズ船も寄港する大規模ビーチリゾートと関連観光産業開発が進む都市である。観光島、大学地区や行政地区も含め市内公共交通網の強化がさらに必要であり、今後増加が見込まれる観光客の市内移動ニーズを満たすためには、LRT なども含めた都市交通の階層構造化により各結節点の接続を効果的に達成することが求められる。都市交通網の強化による観光産業拡大への効果は非常に大きい。