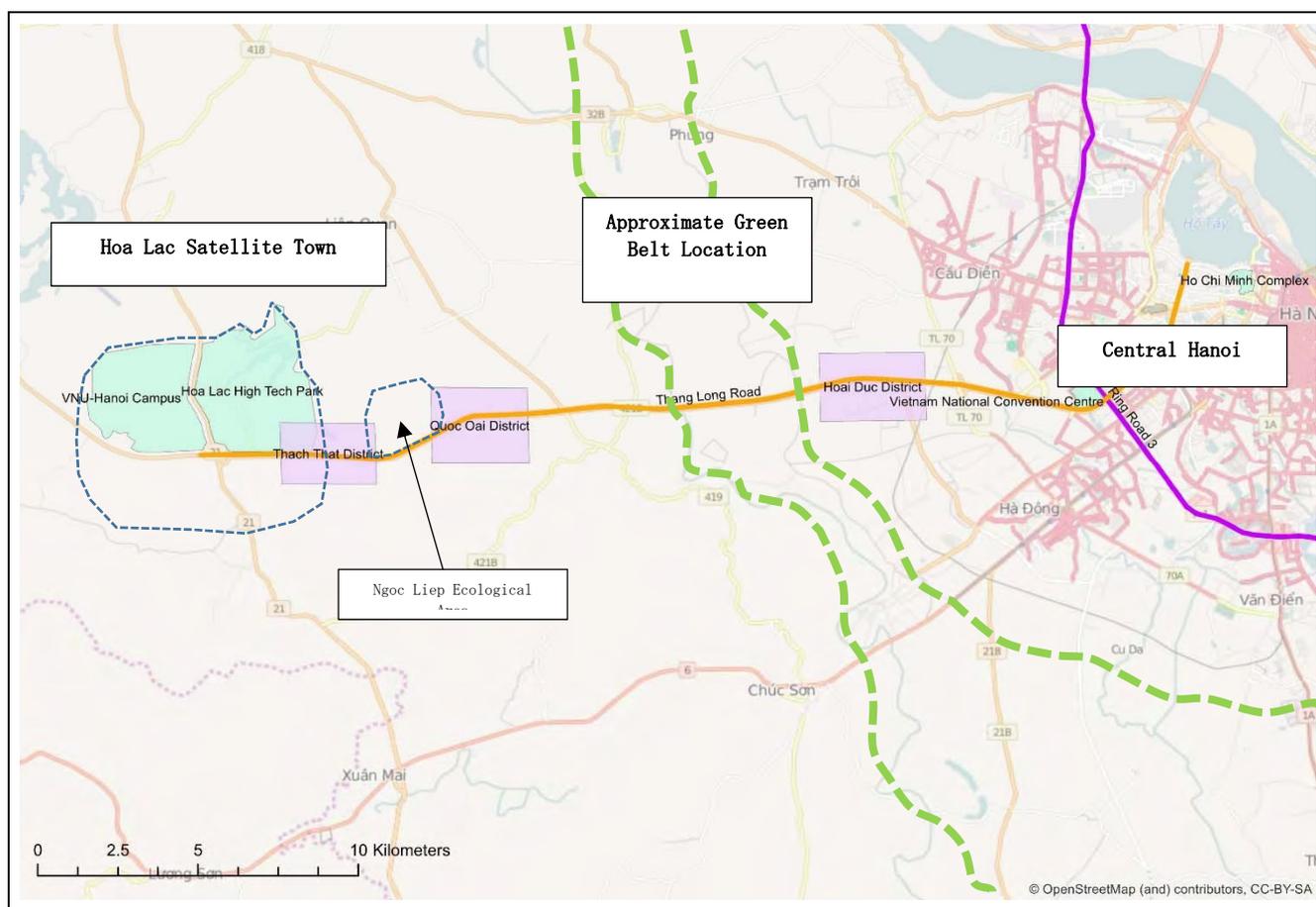


2.6 本 BRT 路線沿線の都市開発関連事業

タンロン高速道路沿線（ホアラック及びその周辺）の都市開発は、主に Hoai Duc 地区、Quoc Oai 地区、Thach That 地区の 3 地区に集中して開発が計画されている。このうち、Thach That 地区は、ホアラック・ハイテクパークに隣接している。

3 地区の中では、Hoai Duc 地区は完全に都会化される計画となっている。

この 3 地区以外では、Hoai Duc 地区と Quoc Oai 地区の間はグリーンベルト地帯として計画されている。また、Quoc Oai 地区と Thach That 地区の間は環境配慮区域（Ngoc Liep Ecological Area）とされている。



出典：JICA 調査団

図 2.6.1 タンロン道路沿線（ホアラック及びその周辺）の都市開発

2.6.1.1 Hoai Duc District の都市開発

Hoai Duc 地区は、面積 82.47km²、人口 250,000 人（2015 年）の郊外地区（Huyen）であり、経済や金融取引が活発なゾーンとして位置づけられている。この地区は、広幅員のタンロン高速道路が通り、道路ネットワークも充実しているため、渋滞がさほど生じていない。また、マンションや店舗の開発も進んでいる。

現在は郊外地区であるが、2017 年に都市部とする計画がある。都市部になるためには、人口密度やインフラ整備など 5 つの基準があり、すでに 3 つの基準が満たされている。残り 2 つの基準を満たすべく、ハノイ市が各種整備を進めている。2017 年までにこれらの基準を満たすためには、Hoai Duc 地区の人口は少なくとも 320,000 人まで増加させる必要がある。これはかなり高い目標である。この人口目標を達成するために、開発計画において 2 つの都市ゾーン(S2 及び S3)が承認された。

表 2.6.1 都市部になるための指標

No.	Criterion	Requirement	Current
1	Population density (person/km ²)	> 10,000	3,031
2	Labour in non-agricultural sectors in comparison with the other labor force	> 90%	84%
3	Percentage of agriculture sector in the whole economy	< 10%	5.7%
4	Infrastructure network	Should meet various conditions	Meet these conditions already
5	Planned to be approved as an urban area in coming future	Officially approved	Official approved in 2015 by the Decision No. 3976/QĐ-UBND dated August 13, 2015 of HPC

出典：CEO LAND media

ハノイ市における都市エリアは、38 の開発ゾーンに区分されており、都市エリア以外に比べて都市化率が高い傾向にある。Hoai Duc 地区は S2 ゾーンと S3 ゾーンの 2 つに区分されている。

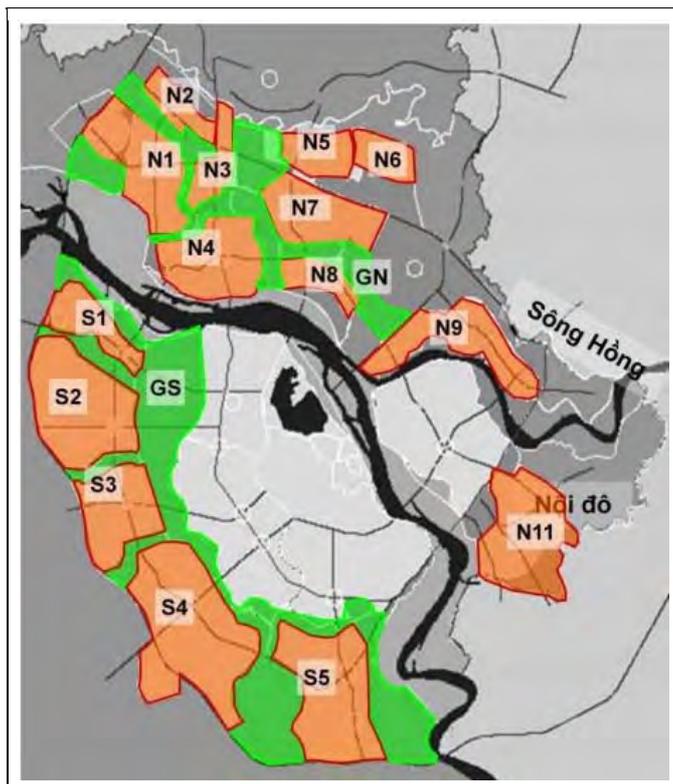


図 2.6.2 ハノイ市全体の将来開発ゾーン (Hoai Duc 地区は S2 ゾーンと S3 ゾーン)

出典：Hanoi Urban Planning Institute

開発ゾーン S2 はハノイ人民委員会により決定されている (Decision No. 405/QĐ-UBND dated January 16, 2014)。この計画によると、タンロン高速道路に沿って高密度の市街地が形成される予定となっている。



出典：Hanoi Construction Planning Institute

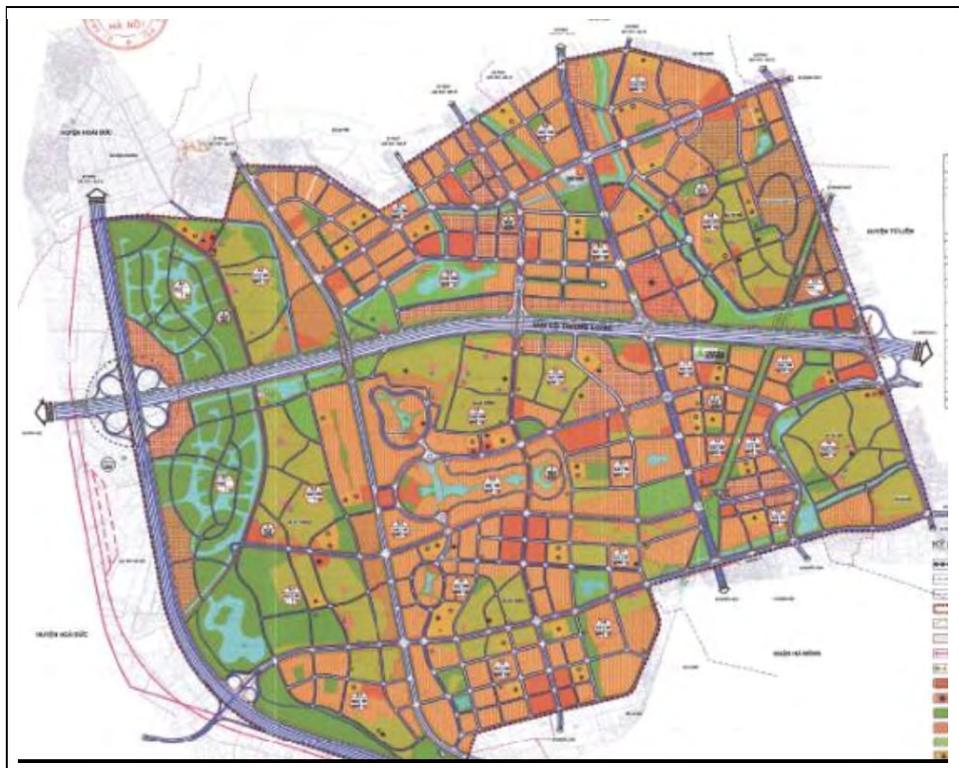
図 2.6.3 S2 ゾーンの将来開発のイメージ

開発ゾーン S3 はハノイ人民委員会により決定されている (Decision No. 4874/QĐ-UBND dated August 15, 2014)。このゾーンの中では、An Khanh が各種プロジェクトが集中するエリアとなっている。



出典：Hanoi Construction Planning Institute

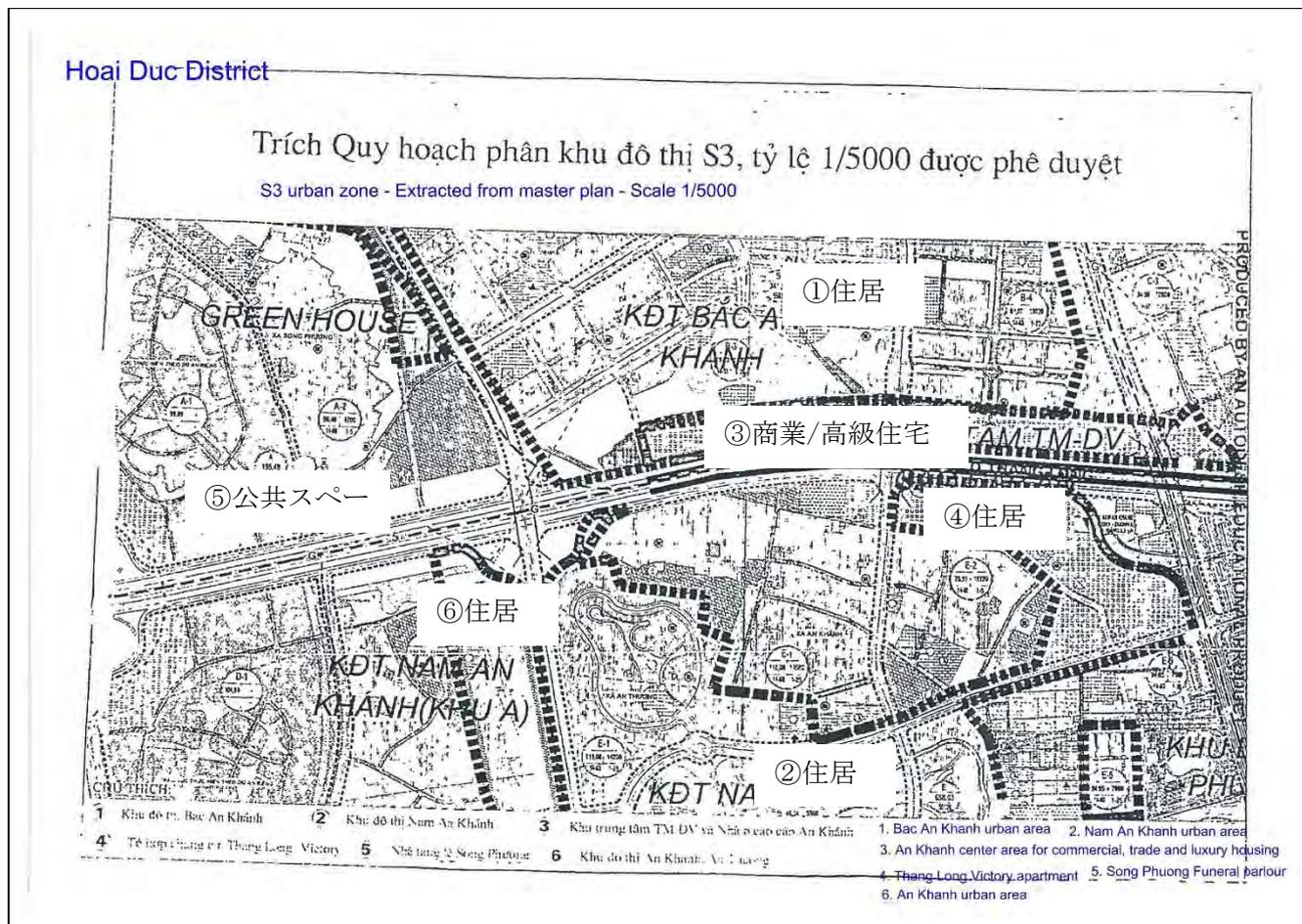
図 2.6.4 S3 ゾーンの将来開発のイメージ



出典：Hanoi Construction Planning Institute

図 2.6.5 S3 ゾーンの計画図

上記の決定は、都市化を進めるに当たり必要なプロジェクトを掲載している。持続可能かつ広範囲に都市化を進めるため、住宅、学校、電気、工場など、プロジェクトは多種の分野から構成されている。



出典: Letter from the Hanoi Authority for Urban Planning & Architecture to the Hanoi Department of Transport

図 2.6.6 Hoai Duc 地区の都市開発

表 2.6.2 Hoai Duc 地区の都市開発プロジェクトの概要

No.	Name of Project	Investor	Location	Area (ha)	Type of Development	Project Implementation	Planned/Targeted Completion Date
1	Bac An Khanh urban area	An Khanh JVC limited company	An Khanh ward, Hoa Duc district	272.4	Residential	A portion of the urban area has been constructed. Now the investor submitted the document to the government for revising the overall Bac An Khanh urban area	Constructed a part of the urban area
2	Nam An Khanh urban area	Da river urban and industrial area development Joint stock company	An Khanh ward, Hoa Duc district	181	Residential	A portion of the urban area, including the technical infrastructure, social infrastructure and adjacent villas has been constructed	Constructed a part of the urban area

No.	Name of Project	Investor	Location	Area (ha)	Type of Development	Project Implementation	Planned/Targeted Completion Date
3	An Khanh trading, service and luxurious housing area	Joint venture of enterprises in An Khanh industrial hub	An Khanh ward, Hoa Duc district	34.7	Commercial and luxury housing	Current, one joint venture (8 investors) proposes to revise partially a part of the land lot in the project of the An Khanh trading, service and luxurious housing area with the area of around 8 ha	Not constructed yet
4	The project for apartment and mixture service Thang Long Victory in planned land lot	Phuc Ha infrastructure development for industrial zone Joint stock company	HH1 land lot in Nam An Khanh urban area, An Khanh ward, Hoai Duc district	3.19	Residential	Constructed Building T1, T2 (Department issued Official letter No 842/QHKT-P5 dated 10/3/2014). Now T3, 4, 5 not invested and constructed.	Constructed a part of the urban area
5	Funeral home in Song Phuong ward	Ministry of Construction	Song Phuong ward, Hoai Duc district	13.5	Public area	Prime Minister approved the project in Decision No 1627/QĐ-TTg dated 18/9/2015. Not invested and constructed yet	Not invested and constructed yet
6	Project for An Khanh- An Thuong urban area	Ha Do coropratio n Joint stock company	An Khanh, An Thuong ward, Hoai Duc district	30	Residential	Department issued the guideline for investor to prepare the overall revising document. Now the investor has not sent to the Department for appraising. Currently, the technical infrastructure system was invested in and constructed	Technical infrastructure system was invested in and constructed

出典: Letter from the Hanoi Authority for Urban Planning & Architecture to the Hanoi Department of Transport

2.6.1.2 Quoc Oai District の都市開発

このエリアには、「Quoc Oai 地区」及び「Quoc Oai 町」がある。現在のベトナムの区域管理制度によると、農村地区はコミューン (xa) と町 (thitran) に分けられる。

通常、町は、地区の管理センターとして人口密度が高い。この地区内をタンロン高速道路が 9.4km (6.2km は町、3.2km は地区) 通過している。

都市部になる目標がある Hoai Duc とは異なり、Quoc Oai は、市街地、田園地帯、緑の回廊といった 3 つの区域に分けて開発が計画されている。

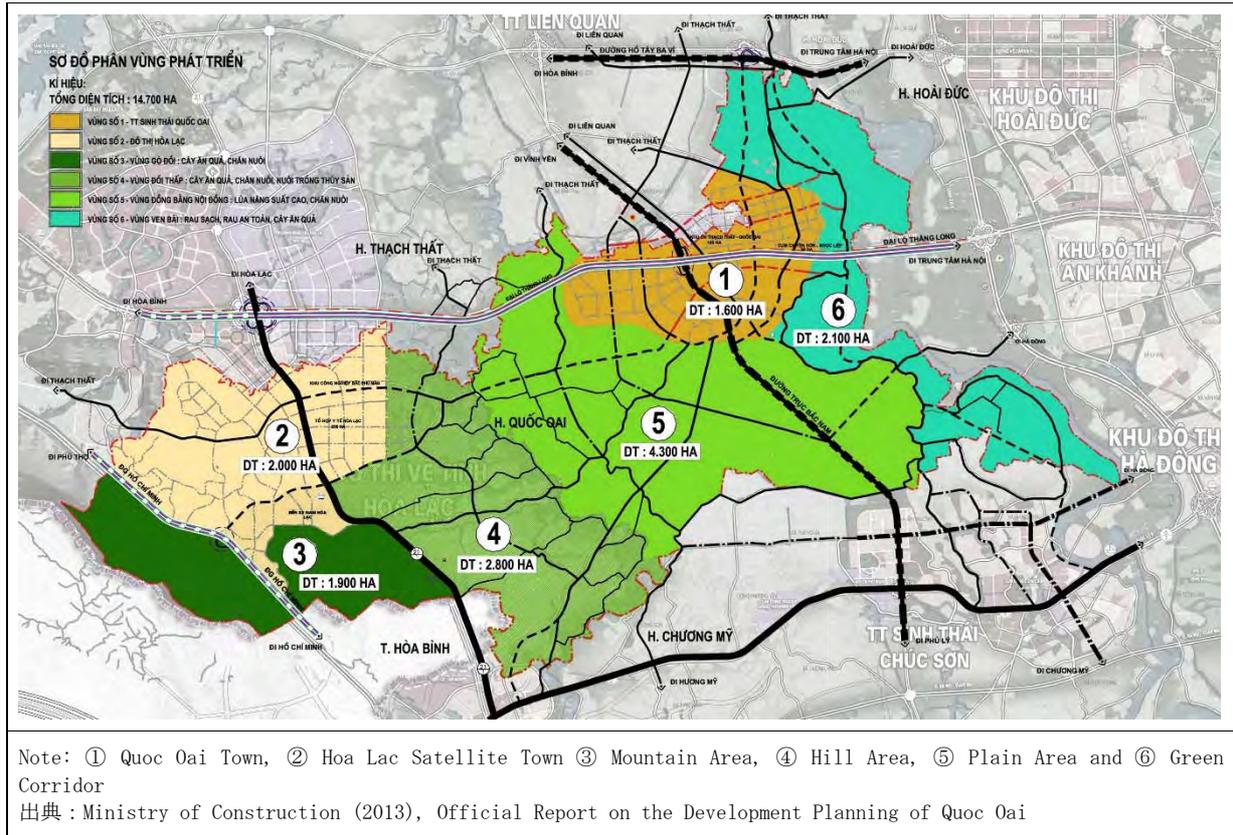


図 2.6.7 Quoc Oai 地区の開発区域

<市街地>

- Quoc Oai Town (図 2.6.7 の①) : 低密度、歴史及び文化、ハイテク農業を備えた環境に配慮した市街地
- Hoa Lac Satellite Town (図 2.6.7 の②) : 科学、高度先端技術、教育の都市エリア (詳細は次節参照)

<田園地帯>

- ③ 山間部、④ 丘陵エリア、⑤ 平野部 : モデル農場、農業のための科学的研究、観光、伝統工芸興等の開発エリア

<緑の回廊 (図 2.6.7 の⑥) >

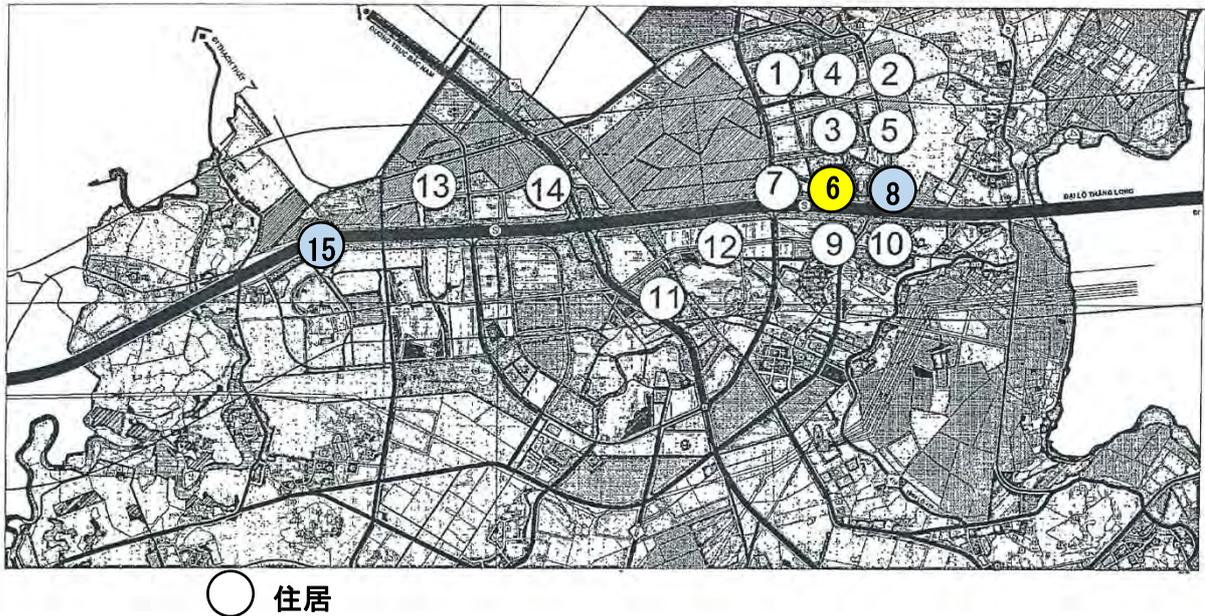
- 観光、モデル農家、農業のための科学的研究の開発エリア
- 伝統的な村の保護・保全、生物多様性及び生産的な農業エリア
- ハノイ市全体の社会基盤、特に、都市間交通システムの構築

Quoc Oai 地区の都市開発の位置は図 2.6.8 に、各都市開発プロジェクトの概要は表 2.6.3 に示す。

Quoc Oai district

Theo Quy hoạch chung xây dựng huyện Quốc Oai được duyệt

By following approved general construction master plan of Quoc Oai district



出典: Letter from the Hanoi Authority for Urban Planning & Architecture to the Hanoi Department of Transport

図 2.6.8 Quoc Oai 地区の都市開発

表 2.6.3 Quoc Oai 地区の都市開発プロジェクトの概要

No.	Name of Project	Investor	Location	Area (ha)	Type of Development	Project Implementation	Planned/Targeted Completion Date
1	Low residential area N1-N3	C. E. O Investment Joint Stock Company	Sai Son Ward	24.24	Residential	Under construction	Under construction
2	Low density residential area for staff of parliament	Vinaconex 11	Quoc Oai Ward	21.047	Residential	Approved in Decision No 444/QĐ-UBND Ha Tay dated 29/02/2008	Under construction
3	Monaco Garden Urban Area (1)	Son Dong Limited Company	Phuong Cach, Sai Son	39.23	Residential	Asking for instructions from the government	Asking for instructions from the government
4	Monaco Garden Urban Area (2) - CC1, CC3, N4	Neltra Investment and Trading Internatio	Phuong cach ward	15.36	Residential	Had decision to assign investor; decision No. 2623/QĐ-UBND Ha Tay dated 21/07/2008	Decision issued to assign an investor

No.	Name of Project	Investor	Location	Area (ha)	Type of Development	Project Implementation	Planned/Targeted Completion Date
		nal System Joint Stock Company					
5	Monaco Garden Urban Area (3)-Greenwich Village Ha Noi	BB Technology Joint Stock Company	Yen Son, Phuong Cach	24.2	Residential	Had Decision to approve on the 1/500 scale based on Decision No 2624/QD-UBND Ha Tay dated 21/07/2008	Decision to approve planning on the 1/500 scale
6	Complex trading center and luxurious villa Metropole	Praha Ha Tay Joint Stock Company	Yen Son, Phuong Cach	31.95	Commercial	Approved 1/2000, 1/500-N2B1; Decision No 1488/QD-UBND Ha Tay dated 16/08/2007	Approved on the 1/2000, 1/500 scale.
7	Construction of the business for eco-garden and weekend housing (The Project of Tat Thanh Joint Stock Company, Hoang Loc Electrical Equipment Joint Stock Company	Van Phu-House Investment Company	Quoc Oai Town	13.3	Residential	Under planning preparation	Under planning preparation
8	Yen Son Industrial Hub	People's Committee in Quoc Oai District	Yen Son Ward	8.9	Industrial	Under construction	Under construction
9	Quoc Oai Eco-Urban Area and Trading Center	T&M Investment Joint Stock Company	Quoc Oai Town	32.34	Residential	Had decision to assign investor. Decision No 705/QD-UBND Quoc Oai district dated 4/03/2008	Decision issued to assign investor
10	Skylight Gardens Eco-Tourism Area	TUD Tourism and Urban Development	Quoc Oai Town, Yen Son	24.08	Residential	Decision to approve planning 1/2000; Decision No 2912/QD-UBND Ha Tay dated 25/07/2008	Decision to approve planning in the 1/2000

No.	Name of Project	Investor	Location	Area (ha)	Type of Development	Project Implementation	Planned/Targeted Completion Date
		t Joint Stock Company					scale
11	PBS service urban area in the west of Quoc Oai	FBS Entertainment and Enterprise Development Joint Stock Company	Ngoc My Ward	52.53	Residential	Under planning	Under planning
12	Luxurious residential area New house- Nam Quoc Oai urban area	New House Trading Joint Stock Company	Quoc Oai Town	28.76	Residential	Under construction	Under construction
13	Van Minh Urban Area	Van Minh Limited Company	Binh Phu Ward, Phung Xa (Thach That), Ngoc Liep, Ngoc My (Quoc Oai)	123.2	Residential	Approved planning 1/500 (Decision 1846/QD-UBND by HPC, 07/4/2014)	Approved planning in the 1/500 scale
14	Area No 10- Ngoc Liep eco-urban area- Dong Truc	Kenmec-Taiwan Corporation	Ngoc My Ward	54.9	Residential	Decision to approve planning 1/2000; Decision No 437/QD-UBND Ha Tay dated 29/02/2008; Decision No 2307/QD-UBND Ha Tay dated 11/07/2008	Approved planning in the 1/2000 scale
15	Ngoc Liep Industrial Hub	People's Committee	Ngoc Liep Ward	20.5	Industrial	Under construction	Under construction

出典: Letter from the Hanoi Authority for Urban Planning & Architecture to the Hanoi Department of Transport

2.6.2 ホアラック衛星都市

2.6.2.1 背景

ホアラック衛星都市の建設は、ハノイ市マスタープラン (General Planning of Hanoi by 2030 with a Vision to 2050) に沿って、首相決定 (Decision No. 1259/QĐ-TTg、2011 年 7 月 26 日) されている。これによると、ベトナム政府はハノイ市に 5 つの衛星都市 (Hoa Lac, Son Tay, Xuan Mai, Phu Xuyen-Phi Minh and Soc Son) を建設、各都市の計画人口は 21,000 人から 75,000 人とされている。

2014 年、2030 までのハノイ市住宅開発プログラムが首相決定された。このプログラムには、特定のエリアに都市化を集中させる提案が含まれている。2 つの重要な国家プロジェクト (ベトナム国立大学、ホアラック・ハイテクパーク) に関連するホアラック衛星都市は、他の 4 つの衛星都市に比べて優先度が高いとされている。

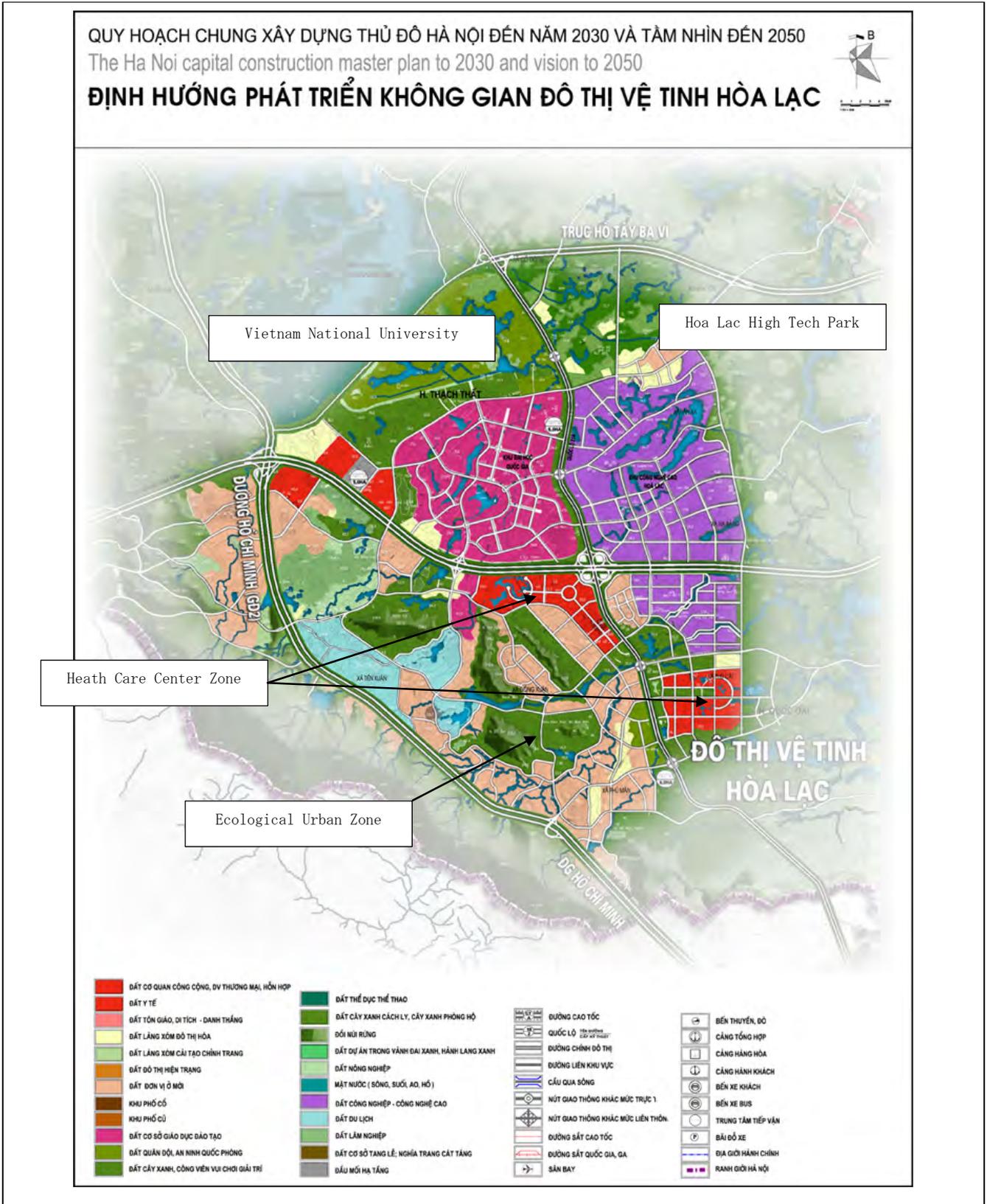
首相決定 (Decision No. 497/QĐ-TTg、2015 年 4 月 14 日) により、ホアラック衛星都市の建設計画が概ね決定され、2016 年 10 月までにハノイ人民委員会が一定の評価ができるように、ホアラック衛星都市の建設が急ピッチで進められている。

2.6.2.2 開発計画

ホアラック衛星都市 (面積 17,294ha) は、Quoc Oai 地区と Thach That 地区の境界に位置する。ハノイだけでなくベトナム国全体を踏まえた、研究・タウンシップ・教育に特化した開発計画として、専門的な機能を持つ 4 つのゾーンから形成されている。

- ベトナム国立大学ゾーン
- ホアラック・ハイテクパークゾーン
- 保健医療センターゾーン
- 丘陵や湖のある持続可能な生態系ゾーン

前述の通り、ベトナム国立大学及びホアラック・ハイテクパークは重要な国家プロジェクトである。保健医療センターゾーン及び丘陵や湖のある持続可能な生態系ゾーンの開発計画は現在検討中である。



出典：Institut des métiers de la ville

図 2.6.9 ホアラック衛星都市の開発ゾーン

2.6.2.3 ベトナム国立大学

ベトナム国立大学 (VNU ; Vietnam National University) は 1993 年 10 月 10 日に設立された (Decree 97/ND-CP)。当初の計画では、VNU はホアラック及び Luong Son (Hoa Binh 省) の 2 箇所に計画されていた。現在は一時的にハノイ市街地の Cau Giay にあり、ホアラックに移転する予定である。

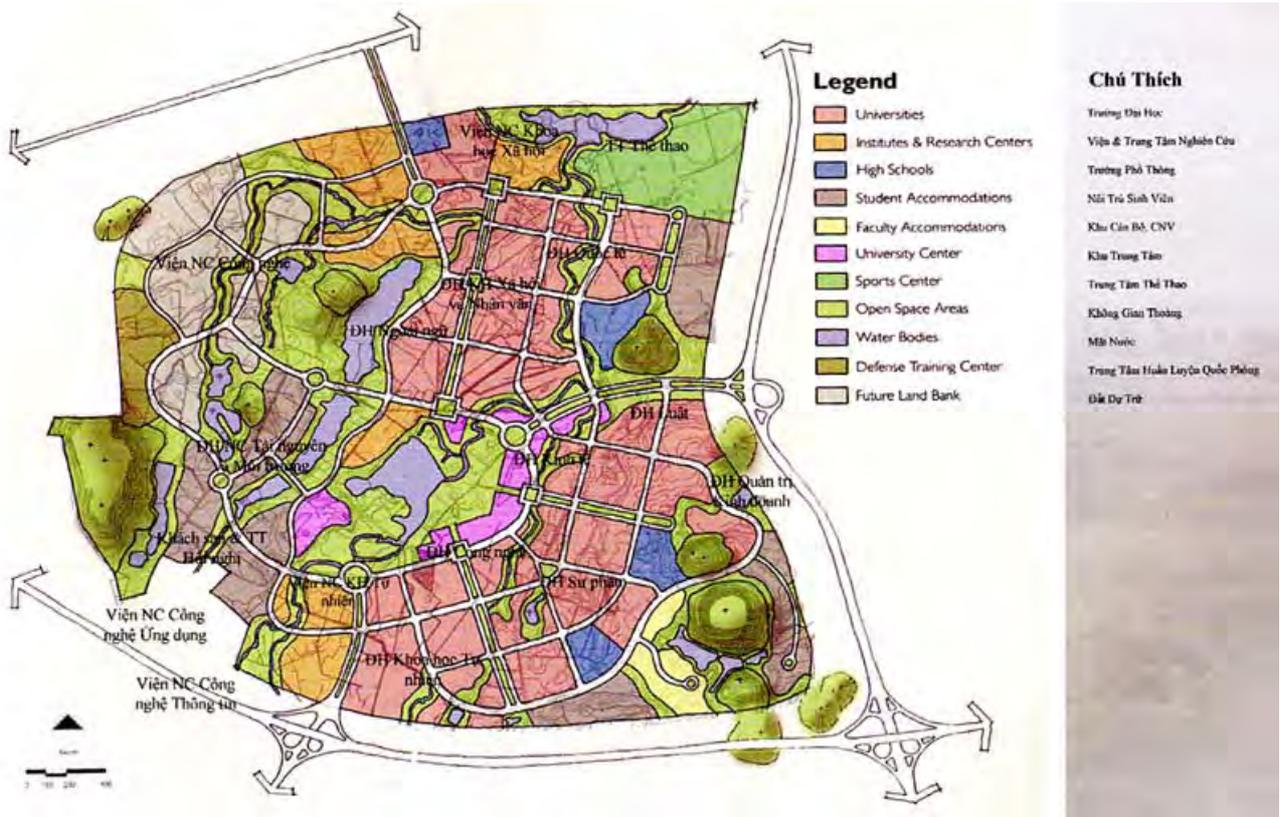
ハノイ市街地の Cau Giay からホアラックへの移転計画は、2003 年に承認された。当初計画では、2003 年から 2015 年までに移転する計画となっていたが、様々な理由により遅れることとなった。その理由の一つが VNU 管理主体の変更である。首相決定 (Decision No. 1404/QĐ-TTg、2008 年 10 月 30 日) によると、VNU 移転計画の管理主体を VNU から建設省 (Ministry of Construction (MOC)) に変更している。MOC が VNU の移転計画 (Decision No. 117/QĐ-BXD、2011 年 1 月 29 日) を策定し、1/2000 スケールの詳細計画 (Decision No. 234/QĐ-BXD、2011 年 11 月 3 日) を承認した。これにより、VNU はホアラックだけに移転することとなり、Luong Son 案は廃案となった。

VNU の開発計画は、2013 年に首相承認されている (Decision No. 1907/QĐ-TTg dated October 18, 2013)。VNU の開発は重点国家プロジェクトに位置づけられ、当初の開発計画に研究開発 (R&D) 機関が追加された。この研究開発機関は、中央政府の直轄となっている。重点国家プロジェクトには、日越大学プロジェクトを含む 22 の構成要素がある。



出典：ベトナム国立大学

図 2.6.10 ベトナム国立大学 (ホアラック) の土地利用計画



出典：ベトナム国立大学

図 2.6.11 ベトナム国立大学（ホアラック）のマスタープラン

数学の研究所（面積約 3ha-5ha）は、ホアラックに移転する最初の国立研究開発機関となる。

VNU は、自然科学大学、人文社会科学大学、外国語大学、工科大学、経済学部、法学部、教育学部等で構成されている。現行案では、移転は 3 段階で実施される予定となっている。

<第 1 段階：2013-2016>

- ホアラックにおける土地利用・開発の完成
- 下記に関する Cau Giay からホアラックへの移転
 - 自然科学大学
 - 工科大学
 - セキュリティ・レーニング・センター
 - 学生寮 (No. 4)
 - フランス系情報科学センター

<第 2 段階：2017-2020>

- ホアラック移転計画の 75%-80%の完成
 - 8 関連大学、5 学部、5 研究開発機関、10 サポート／管理ユニット

<第 3 段階：2021-2025>

- ホアラック移転計画の完成

3つの海外共同大学が、VNU キャンパスまたはホアラック・ハイテクパークに計画されている。このうち、日越大学 (Vietnam-Japan University) の位置は明らかになっているが、その他 2 校 (Vietnam-France University、Vietnam-Korea Institute of Science and Technology) の位置は未定である。

<仏越大学:University of Science and Technology of Hanoi (Vietnam-France University)>

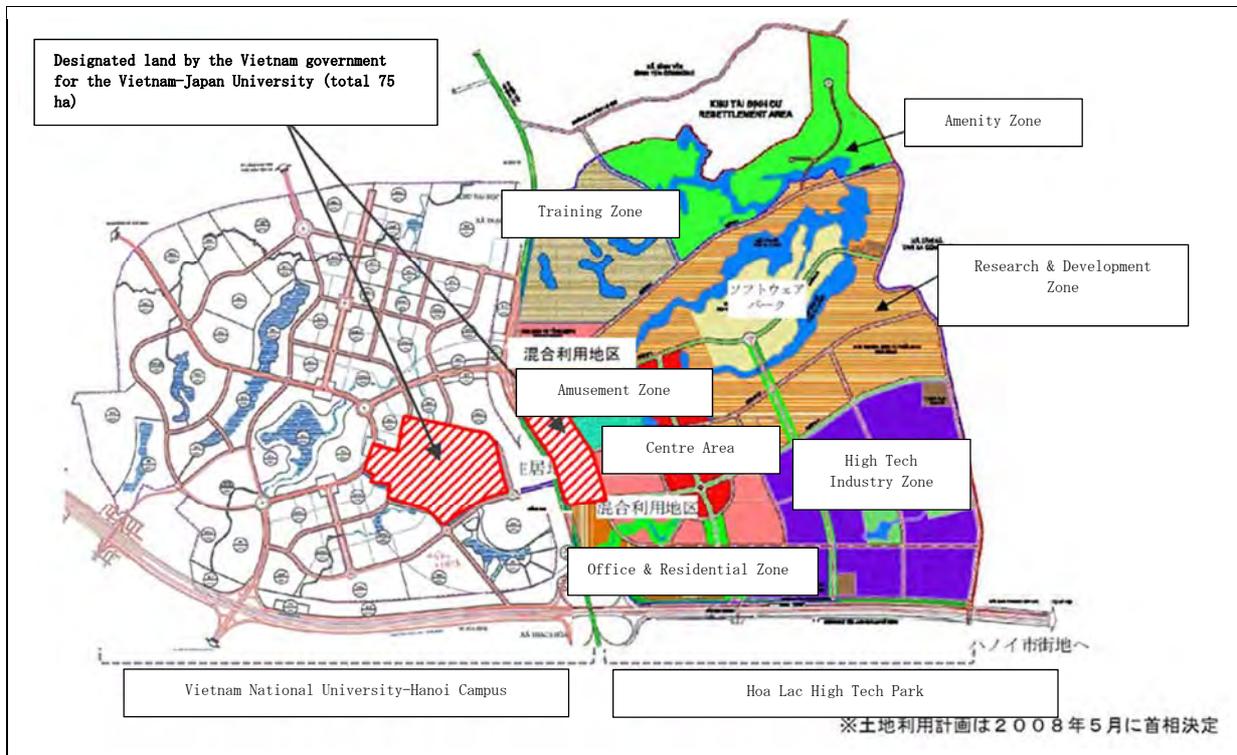
- 出資とサポート:ベトナム政府、フランス政府、ベトナム科学技術アカデミー、アジア開発銀行、フランスのハイレベル大学と共同研究企業体
- 現在の状況:2010 年から、Cau Giay にあるベトナム科学技術アカデミーの設備を共用して開業している。
- 移転計画:当初計画では 2015 年までに移転する予定であったが、移設位置は特定されたものの、移転計画は現在検討中である。

<韓越大学:Vietnam-Korea Institute of Science and Technology (V-KIST)>

- 出資とサポート:韓国からの無償資金協力
- 現在の状況:ベトナムと韓国の政府は、V-KIST を大学ではなく研究開発機関とすることについて協議している。
- 設立計画:面積 20ha でホアラク・ハイテクパークに建設する予定である。

<日越大学:Vietnam-Japan University>

- 出資とサポート:ベトナム政府、日本政府
- 現在の状況:計画中
- 設立計画:
 - フェーズ 1 (2016-2019) :VNU の既存施設を使用して修士課程を開始
 - フェーズ 2 (2019-2022) :ホアラク・ハイテクパーク内に新キャンパスを建設、博士課程を開始
 - フェーズ 3 (2022-2025) :ホアラク・ハイテクパーク内及びホアラク VNU 敷地内に新キャンパスを建設、学部課程を開始
- ベトナム政府によって指定された日越大学用地 (75ha) の位置を図 2.6.12 に示す。



出典:日越大学構想推進に関する関係省庁会議資料

図 2.6.12 日越大学の位置

2.6.2.4 ホアラク・ハイテクパーク

1. 背景及び基本計画

ホアラク・ハイテクパークは、先端技術のための研究開発ならびにハイテク産業における人的資源の要請を目的に、1998年に首相決定(Decision No. 198/1998/QĐ-TTg、1998年10月12日)でその設立が決定し、2000年に総面積1,586haとなることが承認された(Decision No. 621/QĐ-TTg、2000年5月23日)。2016年5月には、2030年までにホアラク・ハイテクパークの基本計画(1/5000)を調整することが承認された(Decision No. 899/QĐ-TTg、2016年5月27日)。この決定において、以下のことが示されている。

<範囲と境界>

- 管理境界：ホアラク・ハイテクパークは、Quoc Oai 地区及び Thach That 地区を含むタンロン高速道路の両側(南北)に位置している。
- 規模：1,586 ha
 - タンロン高速道路の北側：1262.2 ha
 - タンロン高速道路の南側：323.7 ha

<人口>

- 2015年の昼間人口：約12,600人
- 2030年の昼間人口：約229,000人(うち99,300人が居住人口、全体の40-50%)

<投資期間>

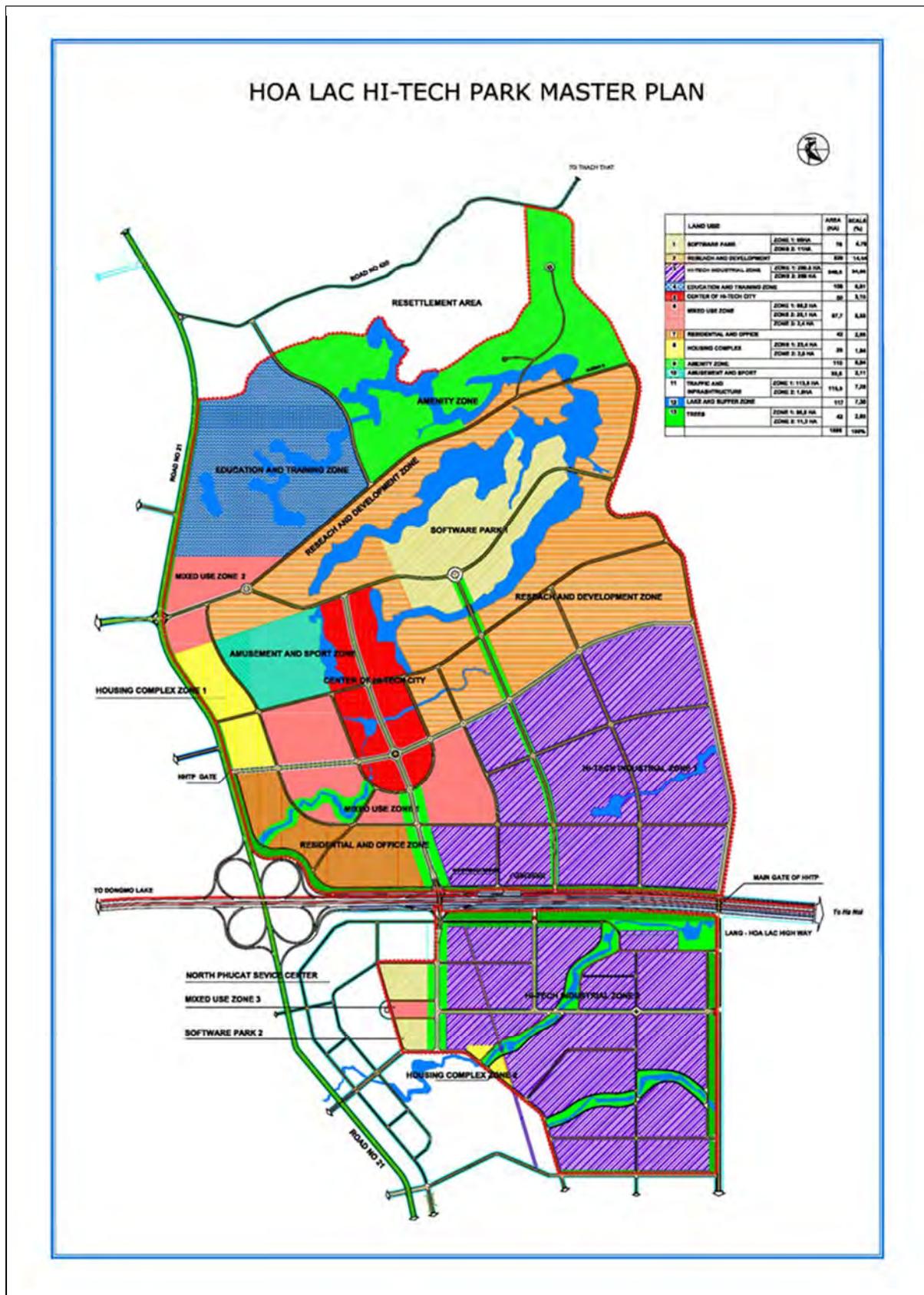
- 2030年まで継続的に投資

土地利用計画を表 2.6.4 に示す。

表 2.6.4 ホアラク・ハイテクパークの土地利用計画

No.	Function Zone	Area (ha)	Percentage of Land Use (%)
1	Education and Training Zone	123.53	7.79
2	R&D Zone	263.15	16.59
3	Software Park	55.93	3.53
4	High Tech Industrial Zone	391.01	24.65
5	Central Zone	43014	2.72
6	Mixed Use Zone	80.12	5.05
7	Residential Zone and Housing Complex	75.50	4.76
8	Park Sport Amusement Zone	32.92	2.08
9	Tan Xa Lake and Buffer Zone	150.77	9.51
10	Transport and Other Main Infrastructure	220.55	13.91
11	Greenery	149.37	9.42
	Total	1586.00	100.00

出典：Hoa Lac High Tech Park Project Management Unit



出典 : Hanoi Construction University

図 2.6.13 ホアラック・ハイテクパークのマスタープラン



出典: Hoa Lac High Tech Park Project Management Unit

Figure 2.6.1 ホアラック・ハイテクパークの鳥瞰図

2. 現在の実施状況

<概要>

- プロジェクトの実施主体: 科学技術省 (Ministry of Science and Technology)
- 管理機関: ホアラック・ハイテクパーク プロジェクト管理組織 (Hoa Lac High Tech Park Project Management Unit (Hoa Lac PMU))
- 投資政策:
 - ベトナム政府及び日本の ODA による、主要なインフラストラクチャーの計画及び建設
 - ホアラック・ハイテクパークは重点国家プロジェクトに指定されているため、投資における税や行政手続きの優遇が適用される。

<1998年～2015年までの状況>

- 土地の確保: ベトナム政府は 2018 年までの完了を目指している。
- 主要なインフラストラクチャー:
 - 敷地内の道路を概ね完成しており、タンロン高速道路に接続されている。
 - 排水処理施設は完成している。
 - 近代的なインフラ整備を実現するため、ベトナム政府は日本政府にホアラック・ハイテクパークのインフラ整備の支援を要請し、2012 年 3 月 30 日、JICA は 152 億 2000 万円の円借款に合意・署名した。ODA 総額は最高 285 億円となり、2018 年までに主要なインフラが整備 (ODA の期限が 2018 年)、2025 年までに全てのインフラが整備されると予測されている。
- 投資プロジェクト:
 - 2015 年末時点で 72 のプロジェクトがあったが、国内外の経済情勢により、いくつかのプロジェクトは計画通りに実施されなかった。ホアラック PMU は 3 つの海外投資プロジェクト及び 5 つのローカル投資プロジェクトの出資を撤回した。
 - ホーチミン市のホアラック・ハイテクパークに比べて、ホアラックにはこの 2～3 年の間、外国の投資がない状況にある。

- 主要プロジェクト
 - 33.5ha のレクリエーション及びスポーツエリアとして、スポーツセンター、映画館、レストラン、遊園地の開発のための投資者として、JSC エンターテインメントサービス (JSC Entertainment Services Gia Phat Hoa Lac) が承認された。
 - FPT 社 (ベトナムの主要な IT 会社の 1 つ) が出資する FPT 大学 (技術教育に特化した大学) がすでに開校している。
 - ソフトウェア・プロジェクト・エリア (6.4ha、9240 億 VND) は、投資及び技術開発のための企業により出資されている。
 - 先端技術センタープロジェクト (1.4ha、4950 億 VND) は、Viettel 社によって出資されている。
 - 研究、設計、通信機器の製造のためのコンソーシアム (7.4ha、2 兆 800 億 VND) は、Viettel 社によって出資されている。
 - ベトナム・スペースセンター・プロジェクト (7.4ha、544 億円) は、日本の ODA から 466 億円、ベトナム政府からの 78 億円が出資されている。
 - 前述のとおり、外国の共同出資大学については、韓越大学 (Vietnam-Korea Institute of Science and Technology (V-KIST, 20 ha))、日越大学 (23.4ha)、仏越大学 (Vietnam-France University, 65 ha) となっている。

ホアラック・ハイテクパークの開発計画の概要を表 2.6.5 に示す。

表 2.6.5 ホアラック・ハイテクパークの開発計画の概要

No.	Activities	...	2016	2017	2018	2020	...	2025	...	2030
1	Land Acquisition (1469 ha) (Of the 1586 ha in total, 117 ha are previously available, no need to be acquired)										
2	Major Infrastructure ● Essential Infrastructure Complete by 2018 from Japanese ODA Funds ● All Infrastructure Complete by 2025										
3	Investment Projects (e.g., universities, R&D, high tech industries, etc.)										

出典：JICA 調査団

2.7 調査対象区域における公共交通ネットワーク

現在、My Dinh バスターミナルからホアラック衛星都市を結ぶ路線バスとして、71 番線及び 74 番線の 2 路線がある。この路線は、ハノイ中心部の西側に位置する My Dinh バスターミナルを起終点として、タンロン高速道路の側道（一般道）を走行しホアラックと接続する。74 番線だけが TRAMOC より補助金を受けている。

71 番線及び 74 番線の運行、輸送実績及び補助金についての概要を表 2.7.1 に示す。（71 番線は補助金を受けていないため、運賃収入は不明である。）

表 2.7.1 現行路線バス（71 番線、74 番線）の運行概要

路線番号	71		74	
ルート	Ben Xe Mỹ Đình - Xuân Mai		Bến xe Mỹ Đình - Xuân Khanh	
運賃	ALL ROUTE	20,000VND	ALL ROUTE	7,000VND
路線長	46.6 Km		49.9 Km	
運賃収入 (2015 年)	— VND		13,734,772,000 VND	
運行補助 (2015 年)	— VND		15,874,488,763 VND	

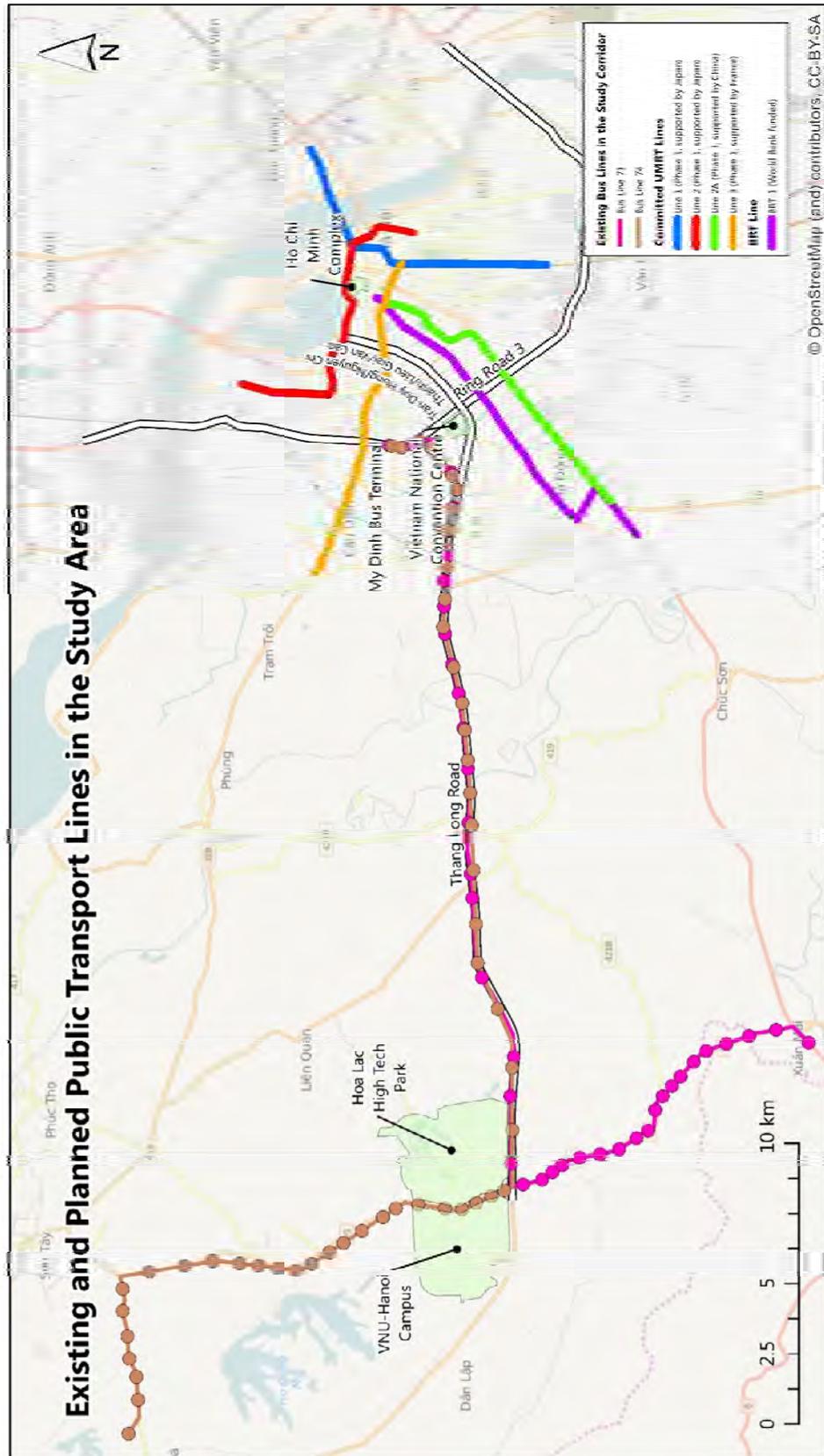
出典：JICA 調査団

ホアラック・ハイテクパークにある FPT 大学は、学生の送迎バスを所有している。しかし、送迎サービスは毎日定期的なものではなく、イベント等の必要に応じて不定期に送迎している。

FPT 大学を運営する FPT 社は、Hoa Lac FPT ソフトウェア社(FSoft)と呼ばれる子会社を有している。同社は、ハノイ市中心部 (Duy Tan Street) に本社があり、ホアラック・ハイテクパークに事務所がある。本社とホアラック事務所のアクセスのため、FSoft 社は 190 億 VND (0.9 億円) をかけて自社バスを所有しており、2016 年は、スタッフの送迎に 3000 億 VND (13.7 億円) を投じている。さらに FPT 社は、FPT 大学と FSoft ホアラック事務所を経由する自社バス(路線バス 74 番線に接続するフィーダーバス)を提案しているが、現在のところこの提案は受理されていない。

ホアラック・ハイテクパークは広大であり、路線バス (No71、74) のバス停はハイテクパークの周辺にある。そのため、ハイテクパーク内の施設から現行路線バスのバス停まで歩くにはかなり距離がある。バス停までのフィーダーバスか、パーク&ライドなどの施設がないと、バスを利用するのは困難である。

現行の路線バス (71 番線及び 74 番線) 及び承認済みの都市鉄道 (1 号線、2 号線、2A 号線、3 号線) の位置を図 2.7.1 に示す。現在、都市鉄道の 2A 号線及び 3 号線が建設中である。

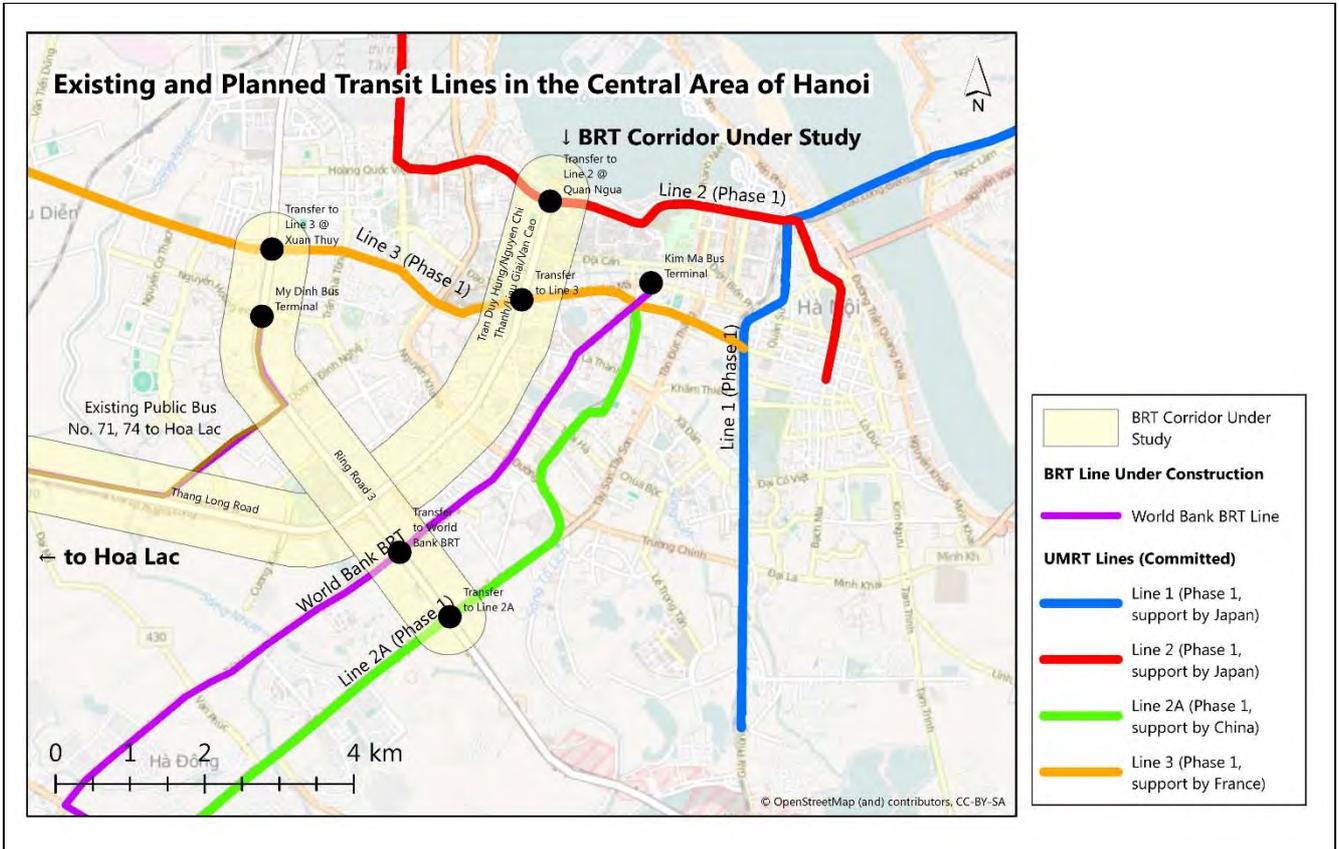


出典：JICA 調査団

図 2.7.1 現行路線バス及び都市鉄道計画路線

下図は、ハノイ市中心部における公共交通ネットワーク（現行及び将来）を示したものである。現行路線バス 71 番線及び 74 番線は、ハノイ中心部の西側に位置する My Dinh バスターミナルを起終点としてホアラクと接続する。

都市鉄道の Line 2A 及び Line 3 が建設中のほか、Kim Ma バスターミナルを起終点とする世界銀行 BRT 路線も現在建設中である。



出典：JICA 調査団

図 2.7.2 ハノイ市中心部における公共交通ネットワーク（現行及び将来）

2.8 交通結節及び駅周辺開発に関する計画

2.8.1 交通結節及び駅周辺開発に関する計画の概要

「ベトナム国ハノイ市における UMRT の建設と一体となった都市開発整備計画調査の実施支援プロジェクト」(HAIMUD2)は、ハノイ市で建設される都市鉄道の利便性を確保することを目的として、駅周辺開発計画案を作成し、他輸送モードとの結節施設や歩行者用施設の整備についての計画を作成し、事業実現に向けた具体的な実施メカニズムの改善を提案することを目的として、2015年11月に最終報告書が取りまとめられている。

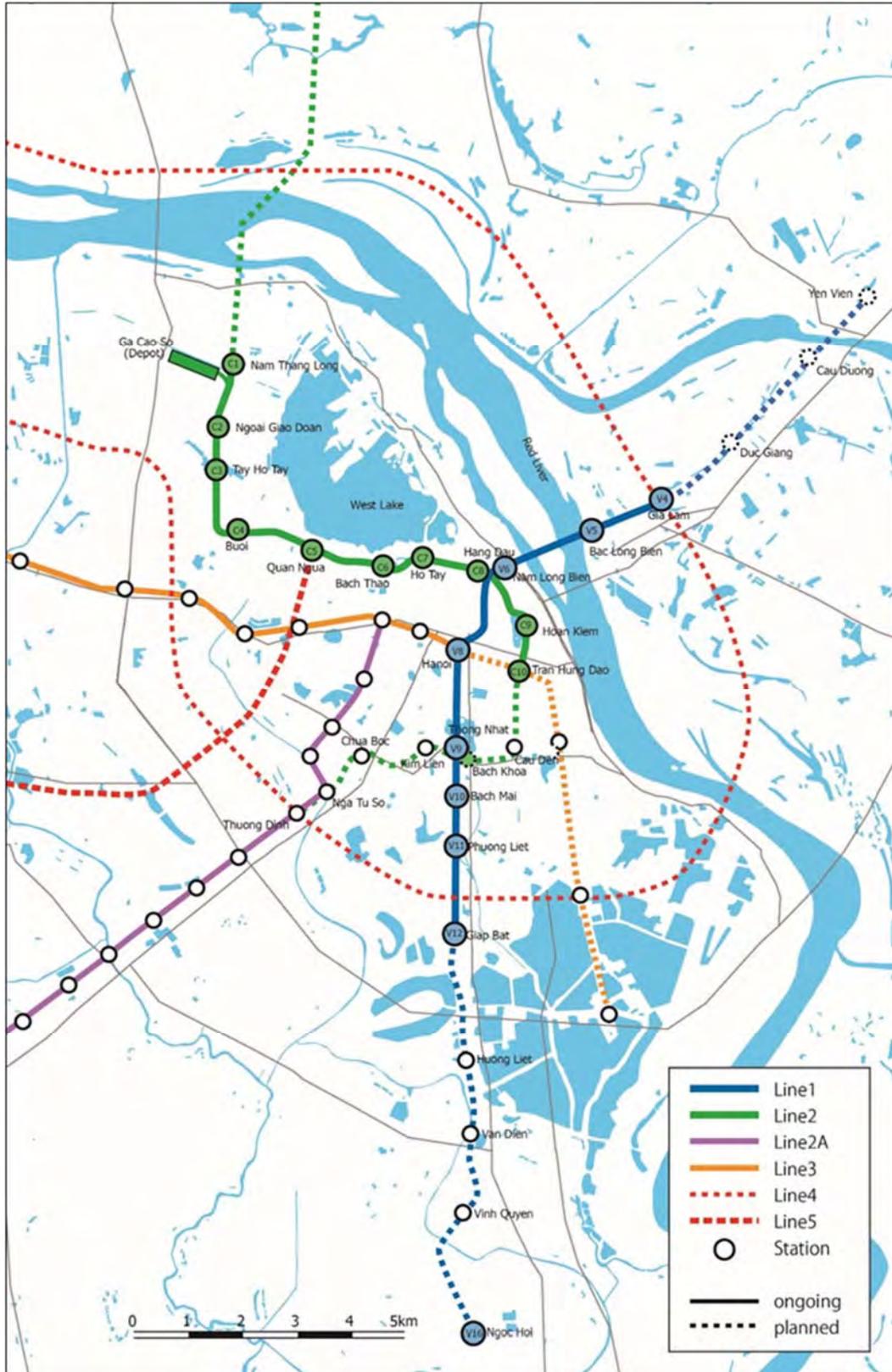
調査の目的は下記のとおりである。

- 1) **都市鉄道1号線及び2号線**のフェーズ1区間18駅を対象に、HAIMUD及び関連計画・プロジェクトのレビューを行い、ハノイ市が策定中のゾンプランへのインプットとなる、交通改善及び一体的都市開発を含むコンセプトプランの作成
- 2) 優先駅におけるアクセス向上施設(全駅)・地下駐車場施設(チャンフンダオ駅)・TOD開発計画策定(ザバット駅)に関するプレフィージビリティスタディ(プレF/S)の実施
- 3) プロジェクトの効率的な実現化に向けた制度的枠組みの改善の提案

TODのコンセプトと目的

公共交通指向型開発(TOD: Transit Oriented Development)は、私的交通を抑制し、徒歩圏の公共交通の利用を促進するとともに、居住・商業等の混合用途の土地利用によるコンパクトな駅周辺地区の形成を促進するものである。HAIMUD2ではハノイ市におけるTODの意義と役割を下記のように位置づけている。

- 1) **TODはUMRT利用を促進する**: UMRT需要は駅までのアクセス環境によって大いに影響される。特に重要なのは、駅からの徒歩圏(500-800m圏域)における、歩行環境改善のための道路改良や、自転車、二輪車、タクシー、バス等との乗り継ぎ施設整備等のアクセス環境改善である。
- 2) **TODは駅及び周辺の経済開発に寄与する**: UMRTは駅及び周辺での都市開発が適切に計画・実施されることで、経済開発機会を創出する。TODにより、UMRT利用促進と利用者の利便性向上に寄与することができる。
- 3) **TODはUMRT影響圏の社会環境改善に寄与する**: 徒歩圏の歩行環境改善、アクセス道路や交通結節施設整備、一体都市開発の推進等により、地域コミュニティにとっても様々な社会環境改善の機会を提供する。



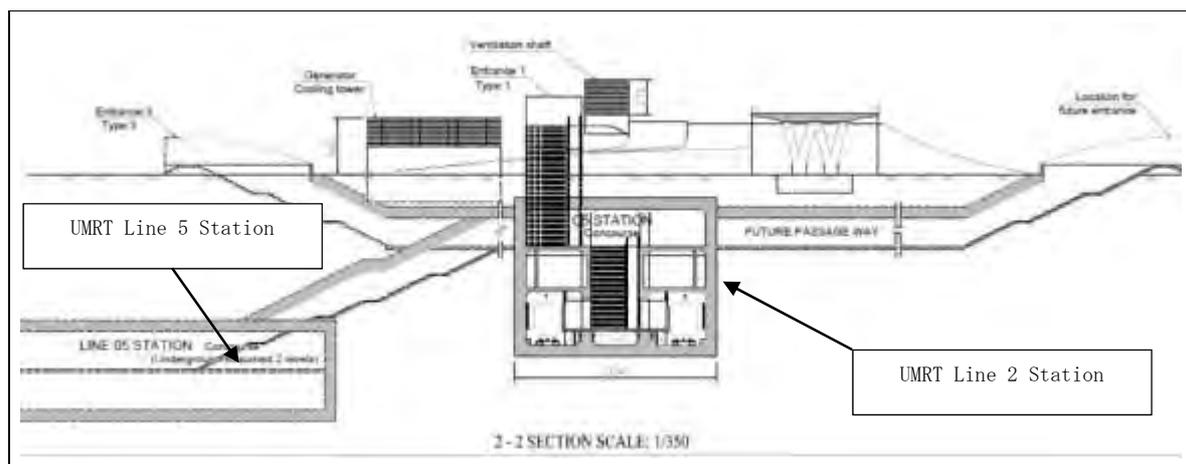
出典：HAIMUD2

図 2.8.1 ハノイ UMRT1 号線・2 号線路線及び駅位置図

2.8.2 C5 クアングア (Quan Ngua) 駅周辺地区の TOD コンセプトプラン

C5 クアングア (Quan Ngua) 駅は、UMRT Line2 と Line5 が接続する駅である。西湖の南西部、伝統的集落と高密度の居住地が密集する地区に地下駅として整備される。現在拡幅中の主要幹線道路（南北のヴァンカオ通り、東西のホアンホアタム通り-トゥイクエ通り）の交差点に位置する。

2号線の当該区間は地下区間として実施段階にあり、5号線は計画段階であるが同じく地下構造を予定している。利用者の利便性向上のため、後に建設される5号線駅は、2号線駅と近い場所に建設すべきと提案されている（図 2.8.2）。

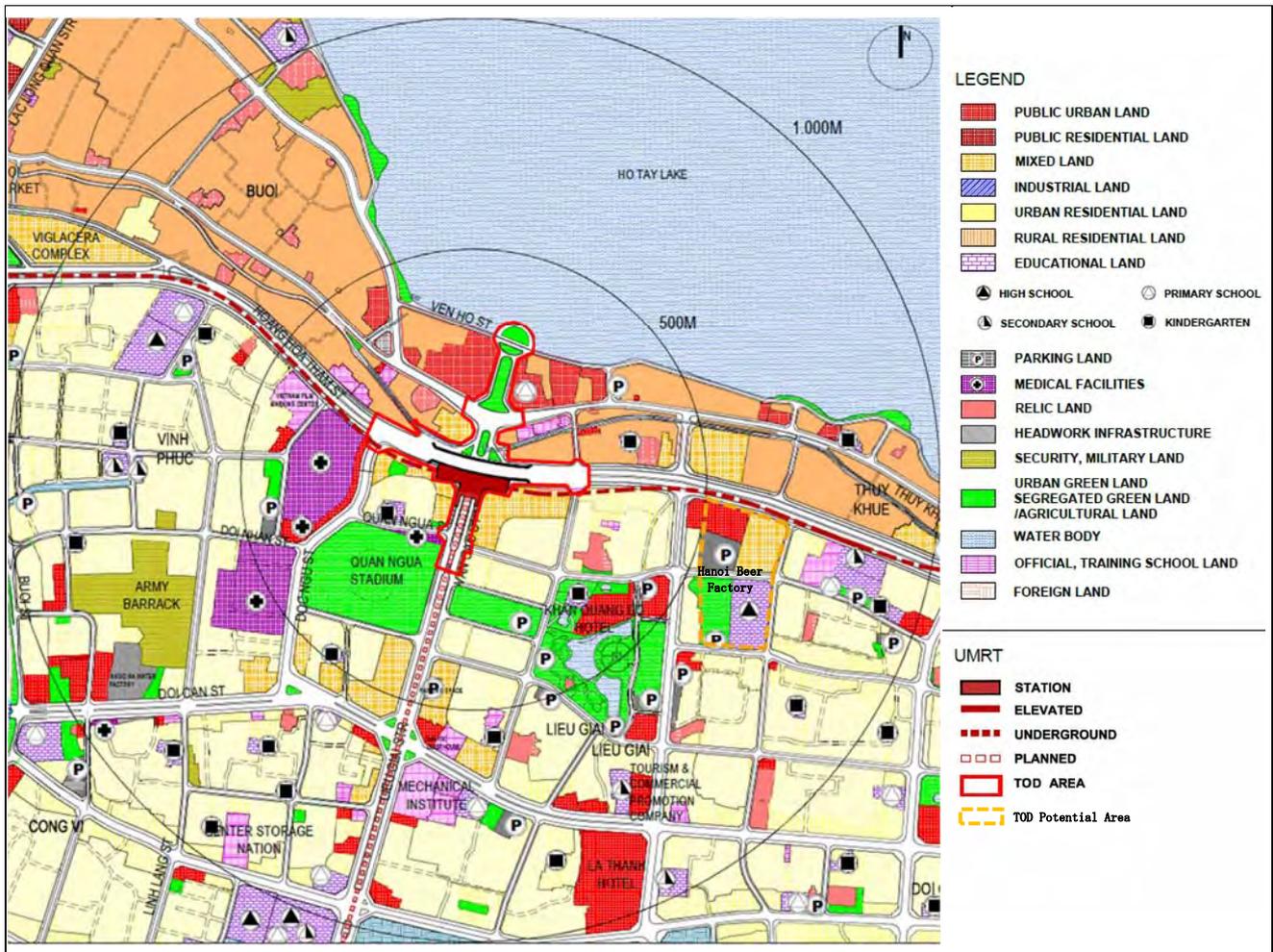


出典： Chapter 6, 6.6, Data Collection Survey in Major Cities in Vietnam (METROS), JICA, 2016

図 2.8.2 UMRT2号線と5号線の接続の位置及び構造

C5 クアングア (Quan Ngua) 駅周辺地区の TOD コンセプトプランを図 2.8.3 に示す。

- 交通アクセス改善：上記の主要幹線道路の拡幅及び地区幹線道路の拡幅・新設、及び市街地内の生活道路・路地の改善により、駅周辺地区のアクセス環境は大きく改善される。ヴァンカオ通りの地下空間を活用した地下駐車場・地下歩道整備により、西湖へのアクセス性が強化される。
- 一体都市開発：西湖湖畔のヴァンカオ通り沿道では、商業・文化開発の機会が創出される。地下駐車場整備は西湖周辺の景観改善に寄与し、地下開発機会を拡大する。
- コミュニティ改善：生活道路改善や一体的都市開発の推進、西湖周辺の環境改善等によりコミュニティの社会経済活動が活性化される。



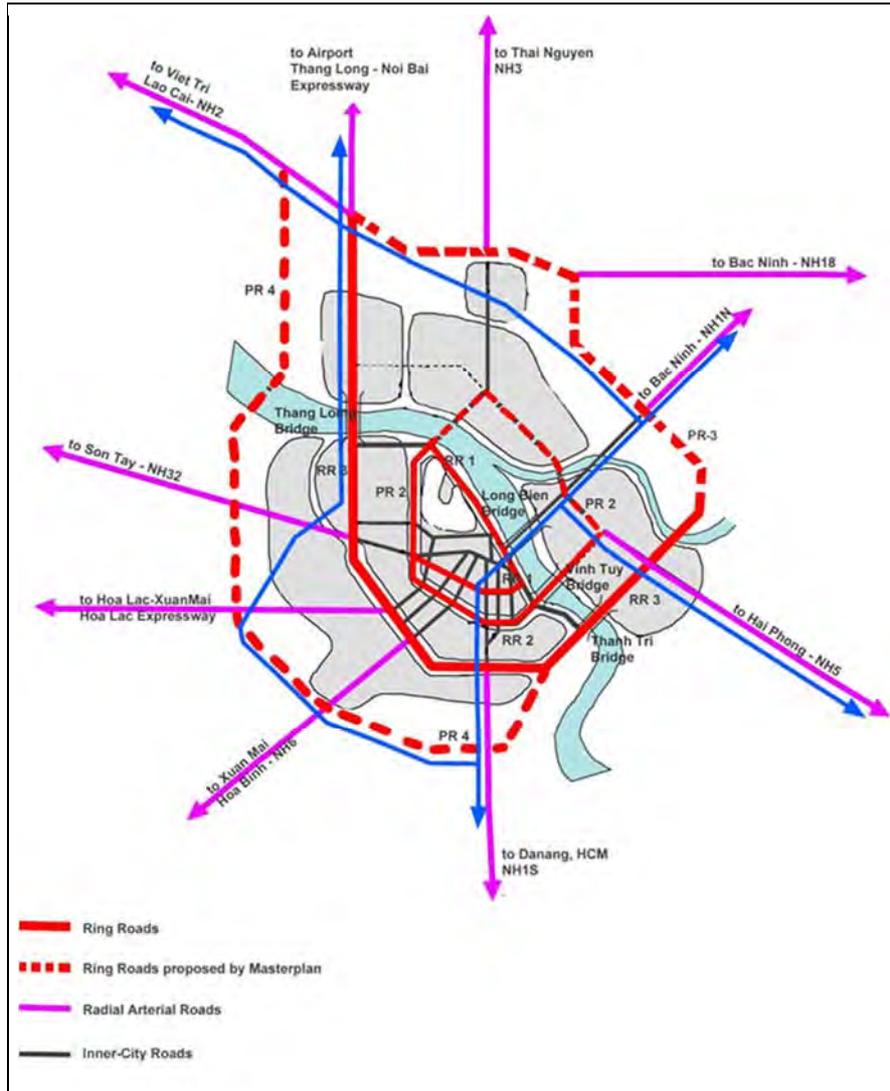
出典： Chapter 3, 3.5.2, Project for Studying the Implementation of Integrated UMRT and Urban Development for Hanoi in Vietnam (HAIMUD2)

図 2.8.3 C5 クアングア (Quan Ngua) 駅のコンセプトプラン

2.9 ハノイ都市圏における都市交通の現状と課題

2.9.1 道路整備の不足

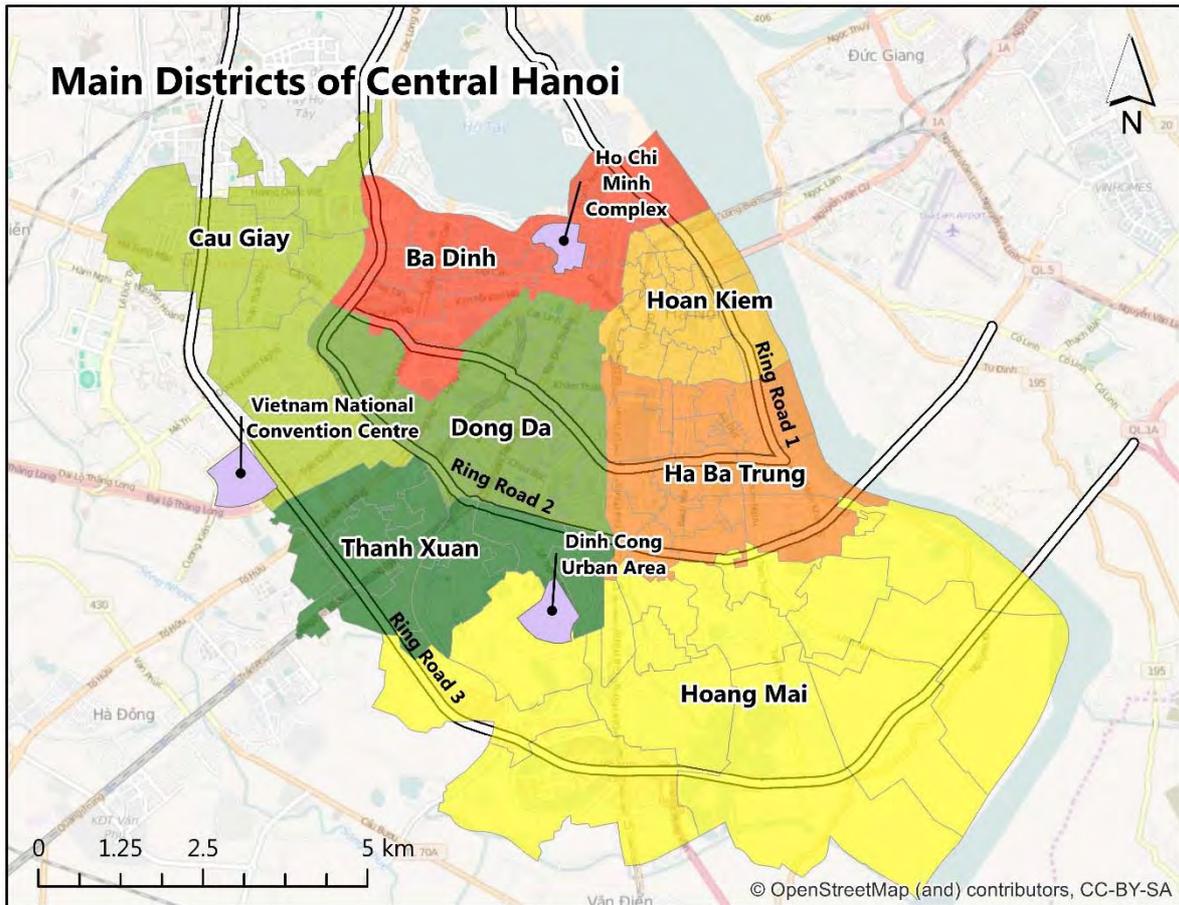
図 2.9.1 に示すとおり、ハノイ都市圏の道路ネットワークは、市中心部に集中する放射道路と、放射道路を接続する環状道路で構成されているが、全体的に不完全な状況にある。計画通りに完成した環状道路はなく、その結果、通過交通も含め多くの交通が市中心部を通行することになり、交通渋滞が深刻化している。



出典：Tuyet L.T.A (2012) Sustainable Urban Transport Assessment - Evaluation opportunities for Asia cities: The case of Hanoi. Master's Thesis from the Politecnico Milano University.

図 2.9.1 Structure of the Hanoi Road Network

図 2.9.2 は、環状道路及び主要行政区域の位置を示したものである。旧市街地 (Hoam Kiem) や Ba Dinh 行政区域の道路網は比較的充実しているが、それ以外のエリアは道路幅員が狭く、ネットワークとしての整備率も低い。都市部の道路の 70%は幅員 11m 未満であり、中には幅員 5m 未満の道路もある。環状道路 3 号線は全線幹線道路であるが、環状道路 1 号線及び 2 号線は幹線道路と地方道路が混在している。



出典: JICA 調査団

図 2.9.2 ハノイ市中心部における環状道路及び主要行政区域の位置

交差点については、道路と鉄道との交差点や、主要幹線道路同士の交差点の多くが平面交差である。交通管理インフラの不足もあって、こうした交差点では交通渋滞が問題となっている。そのため、立体交差の計画はあるが、道路幅員やスペースの問題により、立体交差ができる箇所は限られている。環状2号線の内側は多くの交差点がある（概ね380mごと）が、その外側になると交差点は少ない。

ハノイ市の道路密度は 1.09 km/km^2 であり、他の主要都市（概ね $5-6 \text{ km/km}^2$ ）に比べて道路密度が低い。郊外に行くほど道路密度は低く交通網が脆弱になるため、交通が市中心部に集中し、渋滞が深刻化するという構造的な問題を抱えている。

道路インフラが不足しているにもかかわらず、道路の拡幅や新規建設は難しく、道路整備は遅れがちである。道路整備の遅れの多くは、用地取得問題に起因しており、こうした道路整備の遅れは、結果として、材料価格の変動にもつながる。用地取得問題については、多くの関係者間の調整が必要となるため、多くの時間を要することとなる。

2.9.2 交通渋滞の深刻化

ハノイ市の交通渋滞の特徴は以下のとおりである。

- 交通渋滞は3つのピーク時間帯（6:30-8:30、11:00-13:00、16:30-19:00）がある。
- 都市部は、大型トラックや都市間バスの交通量が多い。特に、夜間はそうした交通による交通事故のリスクが高まっている。これは、環状道路が完成していないことから、日中の渋滞を緩和するため、大型トラックは夜間に走行することが認められていることにもよる。

下図は、ハノイ市における交通渋滞箇所を示したものである。主に、環状 3 号線の内側において渋滞箇所が多く見られる。本調査の検討対象路線にもいくつか渋滞箇所がある。



出典 : http://vnexpress.net/infographics/giao-thong/ha-noi-con-bao-nhieu-diem-un-tac-nghiem-trong-3380605.html?utm_出典=search_vne

図 2.9.3 ハノイ市における交通渋滞の状況

下図は、ハノイ市における交通負荷の高い区間（交通混雑区間）を示したものである。本調査対象路線のうち、環状道路 3 号線から内側においての一部に交通負荷の高い区間がみられるが、深刻なレベルではない。また、環状 3 号線の検討対象範囲は交通負荷の高い区間にはなっていない。



出典：JICA 調査団

図 2.9.4 ハノイ市における交通負荷の高い区間（交通混雑区間）

2.9.3 バイクの増大

バイクの台数は 2000 年から 2005 年にかけて 24.6%増加していたが、近年は横ばいである。一方、自動車の台数は、ベトナムの経済成長にともない近年急増している。TRAMOC によると、2008 年のバイクの分担率は 80.8%と圧倒的に多く、自動車の分担率はわずか 4.0%と推計している。ハノイ市中心部の交通渋滞は、このようにバイクの台数が極めて多いことに起因している。

ベトナム政府は、バイクの総量規制に関する政策を掲げるなど、急増する私的交通（特にバイク）の抑制を図っているが、今のところ成功していない。モーダルシフトに関する取り組みは、複数の公共交通システムを組み合わせるなど、長期的視点で政策を進める必要がある。

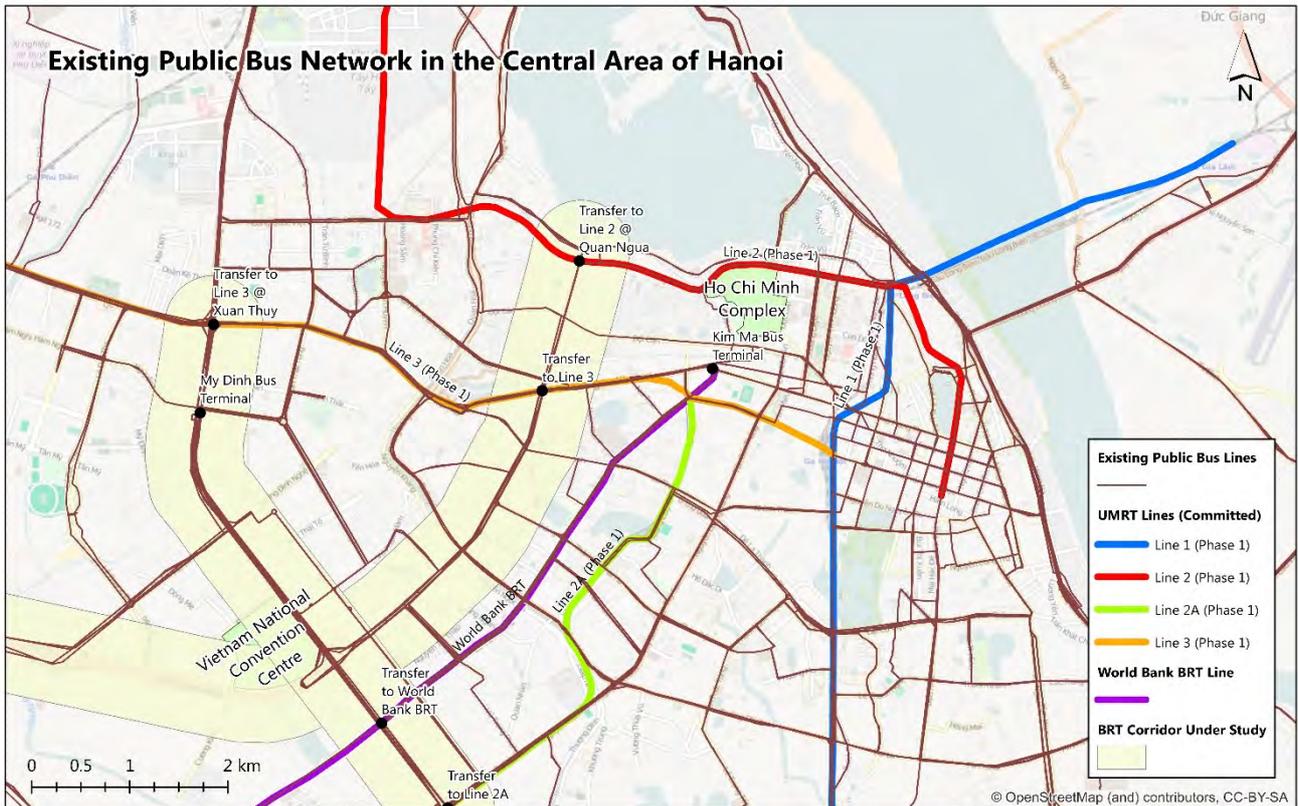
2.9.4 公共交通に関する問題

ハノイ市において路線バスは、公共交通の中で最もよく利用されている移動手段である。路線バスの車両数・路線数とも増加傾向にあるが、まだ利用者の需要を満たしているとは言えない状況にある。路線バスの密度は 0.5 km/km² しかなく、ネットワークとしても不十分である。

現在、バスネットワークは国道を經由する都市間バスに焦点が当てられている。ハノイ市内の路線バスは、多くの路線が延長 15km 未満と短く、放射路線同士を接続する環状路線が未整備なことから、ネットワークとしての機能が弱い。

図 2.9.5 に示すとおり、人口密度が高い旧市街を除く、ハノイ市内の広範囲において新たな都市開発が進められているものの、公共交通ネットワークは不足している。

こうした状況にもかかわらず、政府は補助金政策により、市民にバスを使うように奨励している。2015 年のバス事業をみると、運行経費の 42.8%は運賃収入、残りは政府からの補助となっている。こうした補助金制度がある一方、バスの運賃を決定するための正式なプロセスはない。ただし、バス運賃に関するガイドライン (Decision No. 40/1998/QĐ-TTg, 1998 年 2 月) において、バスの運賃は手ごろな価格とすること、市民の平均月収の 12%以下にすることが示されている。



出典: JICA 調査団

図 2.9.5 ハノイ市の公共交通ネットワーク

ハノイ市における既存路線バスに関するデータ（2015 年）を以下に示す。

表 2.9.1 ハノイ市の路線バス（2015 年）

バス路線数	63
平均路線距離 (km)	22.4
最長路線距離 (km)	49.9
最小路線距離 (km)	11.3
バス車両台数 (台)	1,194
総トリップ数 (トリップ/年)	3,991,598
総走行距離 (km/年)	93,510,937.23
総利用者数 (人/年)	431,668,663
運行経費 (VND)	2,122,770,714,520
その他経費 (VND)	9,351,072,274
運賃収入 (VND)	913,600,413,257
運行補助 (VND)	1,218,521,373,537
運賃収入の割合 (%)	42.8%

出典: TRAMOC のデータを JICA 調査団が集計

2.9.5 交通管理の不足

道路空間を有効に活用するためには、適切な交通管理が不可欠である。しかし、ハノイでは交通管理が大きな問題となっている。交通ルールや法規が遵守されておらず、交通違反者に対する罰則も不十分である。また、異なる走行速度の自動車とバイクが混在していることも、道路の交通容量を低下させる一因となっている。

道路インフラが不十分である上、広幅員の歩道や自転車専用レーンに対して極端に車道が狭いなど、既存の道路構成にも問題がある。

2.9.6 都市・交通に関する政策の不足

現在、規模や主体が異なる多くの都市・交通開発計画があるが、こうした計画間で調整や整合がとれていることは少ない。そのため、事業実施の段階になって混乱が生じる可能性がある。

一般的に先進国の都市では、新たな交通システムの整備により、都市化の拡大が進むことが多いが、ベトナムではそうならないケースが見られる。たとえば Dinh Cong 地区（図 2.9.2 参照）では、長い年月をかけて都市開発を行っているが、いまだにハノイと同地区を結ぶ幹線道路が完成していない。その結果、人々は古くて劣化した道路を通行するため、道路混雑につながっている。

2.9.7 交通に活用できるスペースの不足

ハノイでは、交通に活用できるスペースが不足している。ハノイ市の道路占有率は 7%であり、他国の主要都市が 20-25%であることに比べて極端に低い数値となっている。

ハノイ市の道路占有率を 20-25%にするためには、15 百万㎡の土地と 15,400 億円の予算が必要となる。

仮に、市の中心エリアにおける交通インフラ整備に重点を置くようになれば、人々は新市街地への移転をためらい、現在ハノイ市が掲げる一極集中を抑制する政策に逆行することになるだろう。

そのため、ハノイ市は現在、新市街地のインフラ整備に予算をつけ、低コストの住宅を提供するなど市街化の拡大を図っている。こうした開発は市の西側または南西側に集中しているが、都市開発に比べて道路・交通インフラの整備が遅れているため、都心部と新市街地を結ぶ路線の渋滞が激しくなっている。

3 需要予測手法

3.1 既存の交通需要予測結果のレビュー

都市鉄道 5 号線の需要は、以下の既存調査で算定されている。

- (1) Transportation Master plan for Hanoi capital to 2030 and vision to 2050, 2013, TEDI (以下、TEDI-MP と標記)
- (2) ベトナム国ハノイ市都市鉄道建設事業(5 号線) 準備調査 (PPP インフラ事業), 2013, JICA (以下、PPP-FS と標記)
- (3) ベトナム国主要都市鉄道情報収集調査, 2016, JICA (以下、METROS と標記)

既存調査では、予測年次、データベースの違い、前提条件等の違いから算定された都市鉄道 5 号線の需要に違いが見える。前提条件等の違いは以下のとおりである。

表 3.1.1 ハノイ都市鉄道 5 号線需要予測の既存調査における違い

	TEDI-MP	PPP-FS	METROS
予測年次	2020, 2030	2021, 2030, 2040	2030
データベース	HIDEP (ハノイ市総合都市開発計画調査, 2007, JICA)	HIDEP	METROS (METROS で HIS ¹ を実施しデータベースを再構築)
前提条件 (共通)	2030 年までに許認可済みのプロジェクトが供用されている		
前提条件 (調査別)	①HIDEP のデータベースをそのまま使用 ②公共分担率は HIDEP が目標とする 20~30%を適用 ③駅勢圏は未適用	①基本的に HIDEP のデータベースを使用 ②公共分担率は、アジア諸国の実績値を参考に 2021 は 10%、2030 年は 15% ③駅勢圏を適用 No. 1-11 駅: 半径 2km、No. 12-17 駅: 半径 6km 駅勢圏外は、ハノイ地下鉄 5 号線を利用しない。 ④料金: US\$0.5-	①METROS で再構築したデータベースを使用 ②公共分担率は、現況交通調査結果からモデルを構築し適用 (HAIDEP の設定値に届いていない。) ※自転車、バイク、車の利用者 OD ² も鉄道を利用可 ③駅勢圏は未適用 ④料金: VND 20,000 + VND 1,000/km

¹ HIS: Home Interview Survey の略。通称、パーソン・トリップ調査、或は家庭訪問聞き取り調査。

² OD: Origin-Destination の略。発生集中量。

機関分担並びに配分方法であるが、HIDEP 並びに METROS での現況交通調査では、現況の公共分担率が著しく低い。その機関分担モデルを将来予測年次に適用した場合、東南アジア各国と比較しても公共将来機関分担率が低くなる。このため、HAIDEP では目標公共分担率の設定という形をとり、将来公共交通機関が整備されると分担率が周辺東南アジア並の水準になるものと想定して 20~30%の公共分担率を適用している。PPP-FS でも、同様に目標公共分担率を 2020 年で 10%、2030 年で 15%と適用している。一方、METROS では目標公共分担率の設定を行わず、発生点から集中点までの経路で、鉄道を含む公共経路が道路経路より有利な場合、自転車、バイク並びに自動車の私的交通利用者も鉄道を利用できるものとしている。これは、パーク・アンド・ライド等を想定しているもので、駅施設として駐輪場、駐車場を整備する必要はある。

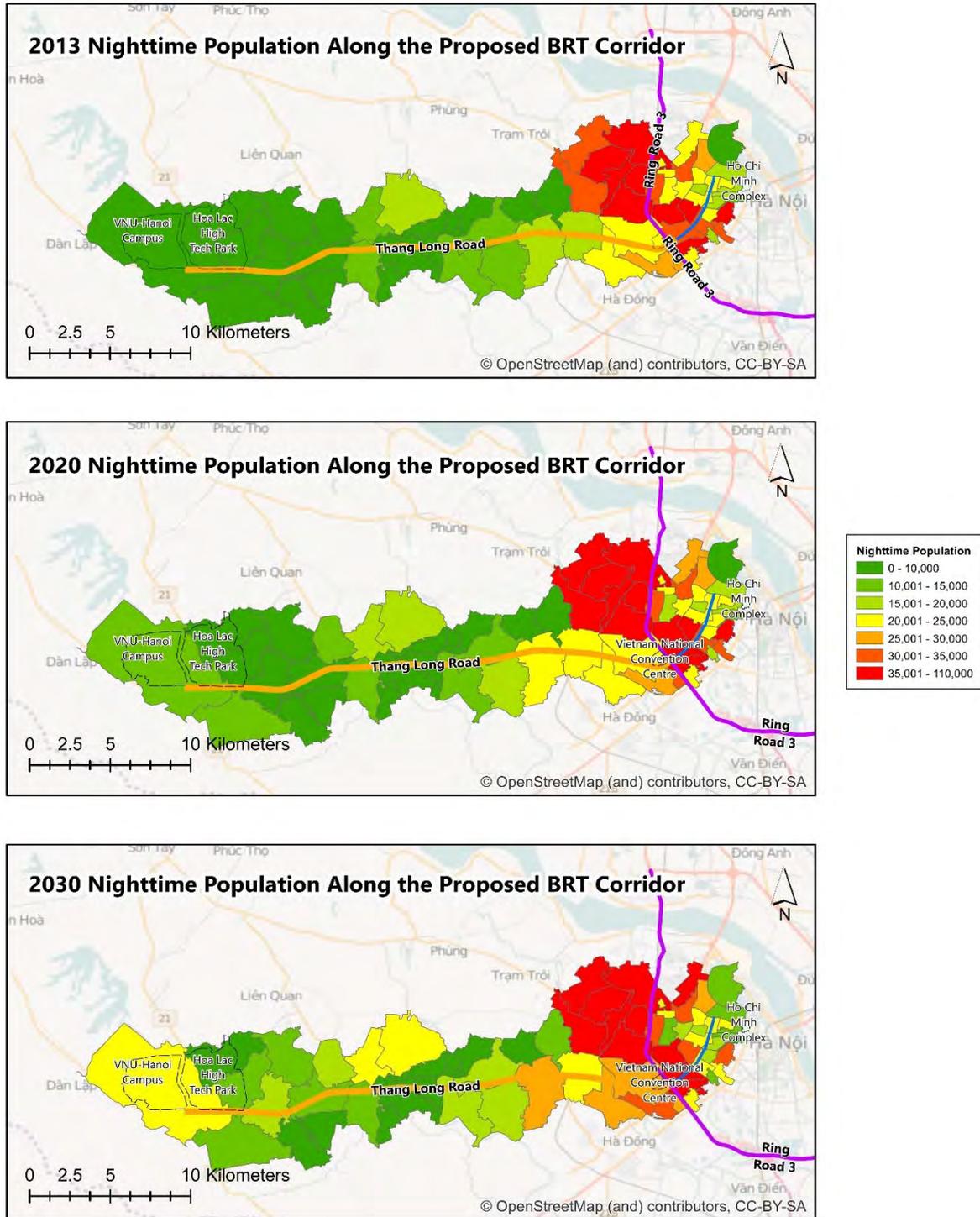
3.2 沿線都市開発と交通需要

都市鉄道 5 号線の沿線には、ホアラック・ハイテクパーク、ハノイ国立大学の移転計画があり、今後の開発が拡大するものとされている。BRT の利用者数には、この開発動向による社会経済指標の推移が著しく影響する。この章では、METROS で設定されている都市鉄道 5 号線 沿線の開発動向を時系列に見るものとする。推移に関しては、フレームを設定している 2013 年現況、2020 年並びに 2030 年の状況を見ていくものである。

3.2.1 人口推移

各年の人口推移は、図 3.2.1 に示すとおりである。ハノイ全体の人口は増加するとされているが、都市鉄道 5 号線沿線に関しても同様な人口増加が計画されている。ホアラック地域の夜間人口も 2013 年の 33,000 人から、2030 年では 76,000 人となっている。

都市鉄道 5 号線沿線の現況人口と 2020 年、2030 年の比較を図 3.2.2 と表 3.2.1 に示す。ホアラック地域、タンロン高速道路沿線地域、市街化地域、環状 3 号線地域の 4 つに区分している。2013 年から 2030 年における地域別の人口増加率をみると、ホアラック地域が 2.3 と最も増加率が高い。市街化地域は 1.0 とほぼ横ばいである。



出典：METROS 報告書 5. 2-2) 人口

図 3. 2. 1 METROS における都市鉄道 5 号線沿線の人口推移



出典：METROS 報告書 5.2-2)人口

図 3.2.2 都市鉄道 5 号線沿線の現況人口及び将来人口の地域分類

表 3.2.1 都市鉄道 5 号線沿線の現況人口及び将来人口

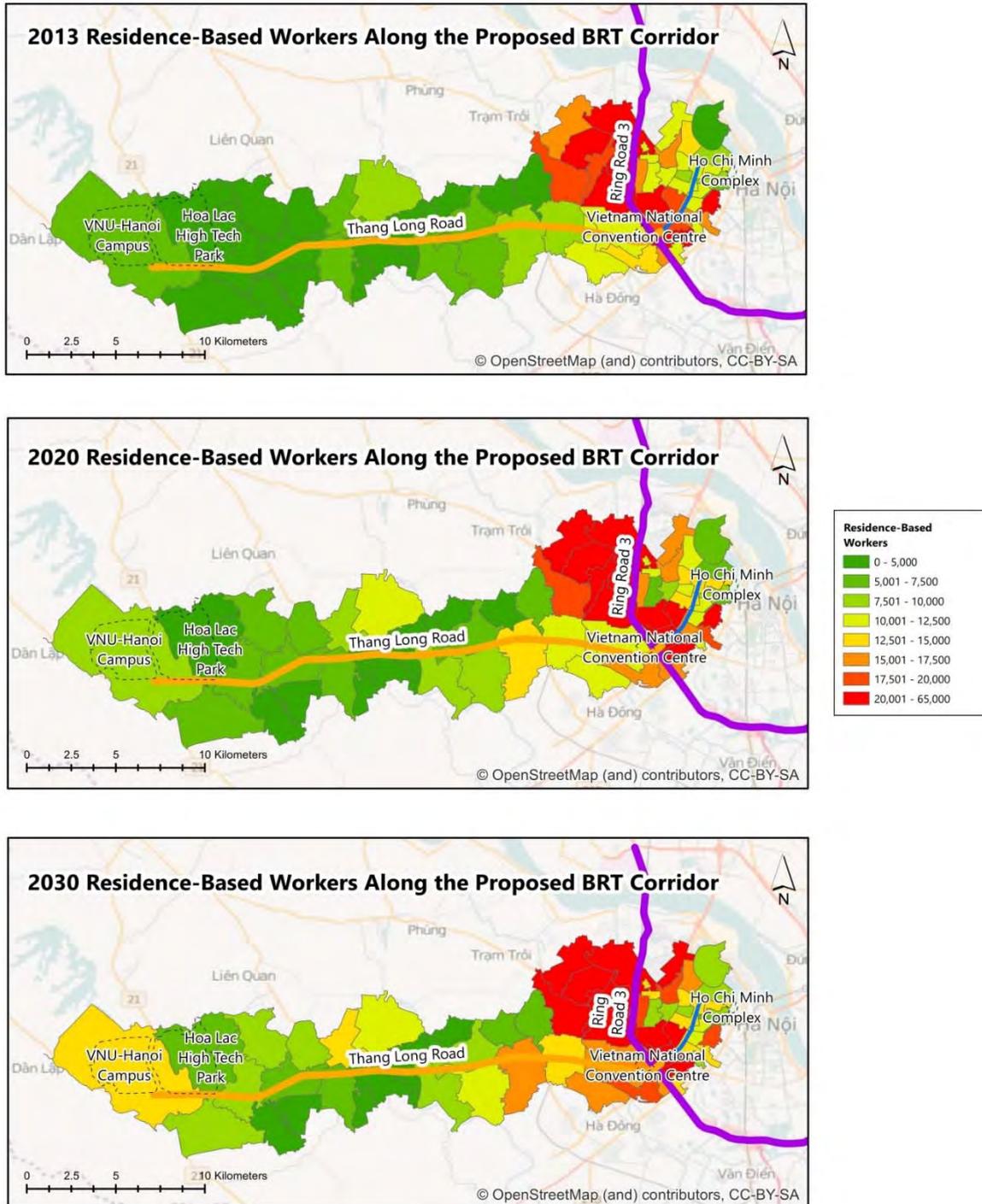
地域分類	2013 年現況人口	2020 年将来人口 (2013 年からの伸び率)	2030 年将来人口 (2013 年からの伸び率)
Hoa Lac 地域	32,974	44,460 (1.3)	75,837 (2.3)
Thang Long 道路沿線 地域	72,684	82,566 (1.1)	95,373 (1.3)
市街化区域	717,167	785,104 (1.1)	703,172 (1.0)
環状 3 号線地域	438,837	508,747 (1.2)	595,049 (1.4)
合計	1,261,662	1,420,877	1,469,431

出典：METROS 報告書 5.2-2)人口

ホアラック地域は、ホアラック・ハイテクパーク、ベトナム国立大学とその周辺地域で構成される。またこの地域は、Thach That 区に含まれる。正式なベトナムの将来フレームでは、ホアラック衛星都市夜間人口として 2030 年の Thach That 区全体で 66.2 万人となっている。

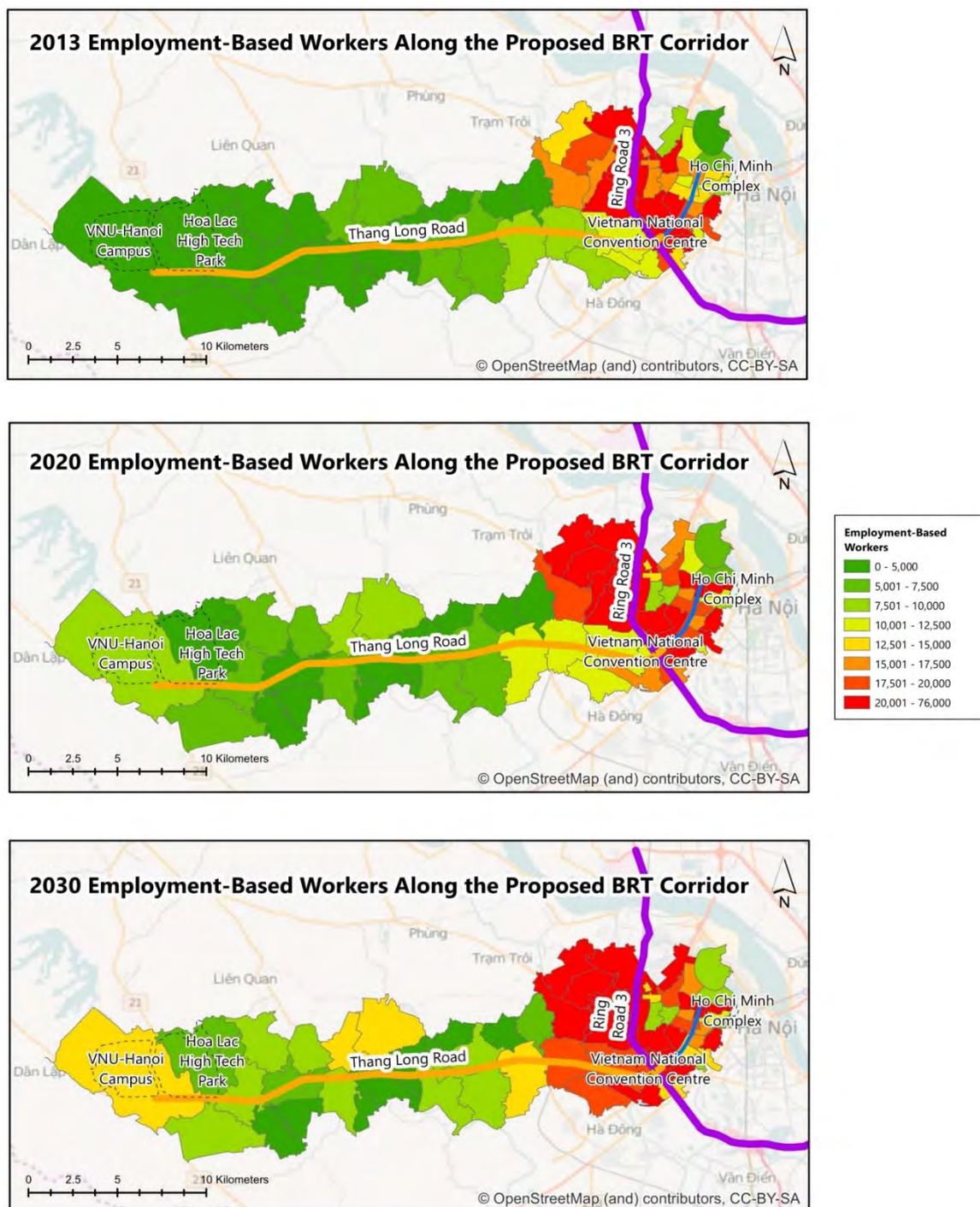
(1) 就業者/従業者の推移

居住地ベースの就業者と労働地ベースの従業者の推移は図 3.2.3 と図 3.2.4 に示すとおりである。ホアラック地域の就業者並びに従業者は、2030 年までに著しい伸びを示している。



出典：METROS 報告書 5. 2-3) 従業者

図 3. 2. 3 METROS における都市鉄道 5 号線沿線の就業者の推移

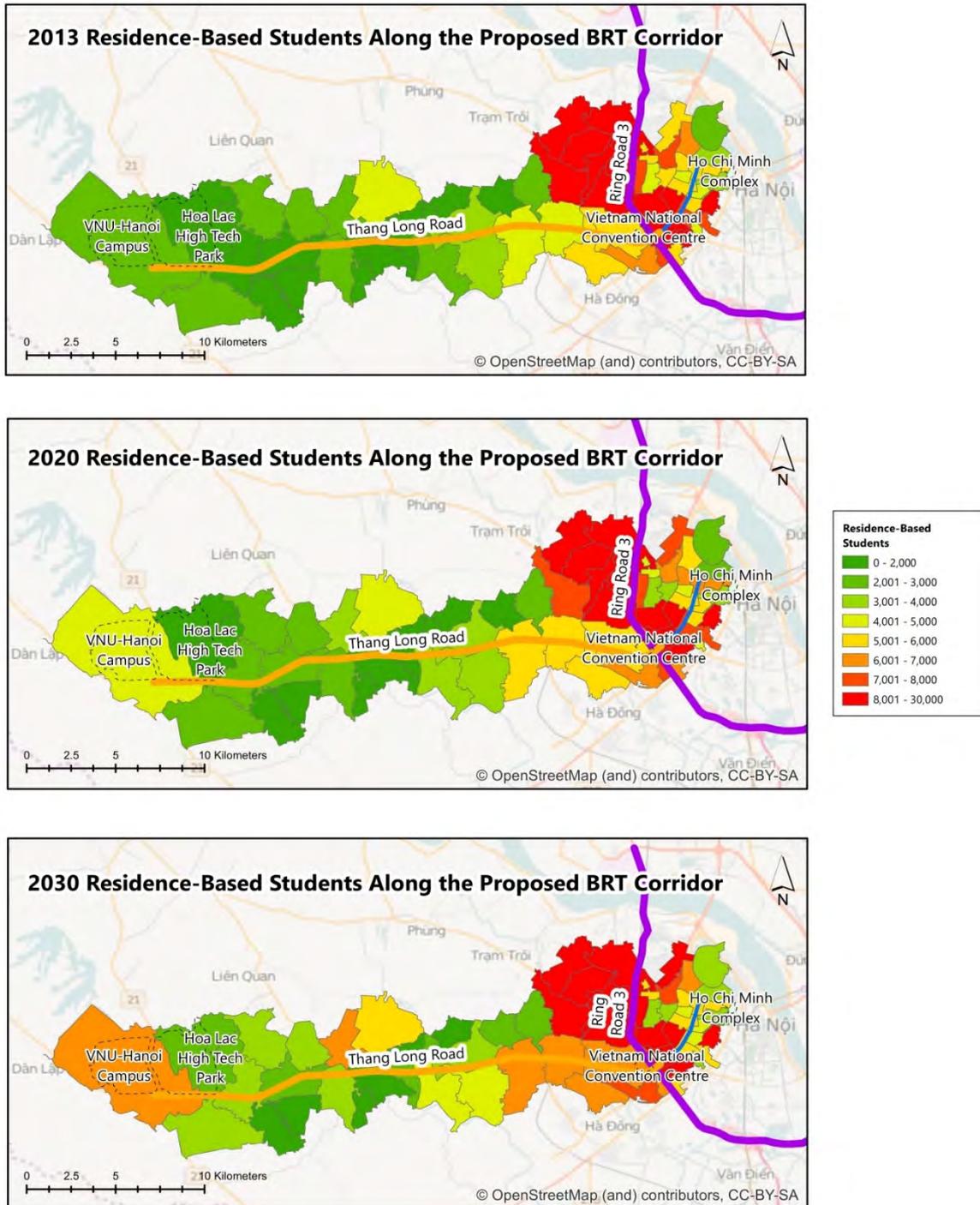


出典：METROS 報告書 5.2-3) 従業者

図 3.2.4 METROS における都市鉄道 5 号線沿線の従業者の推移

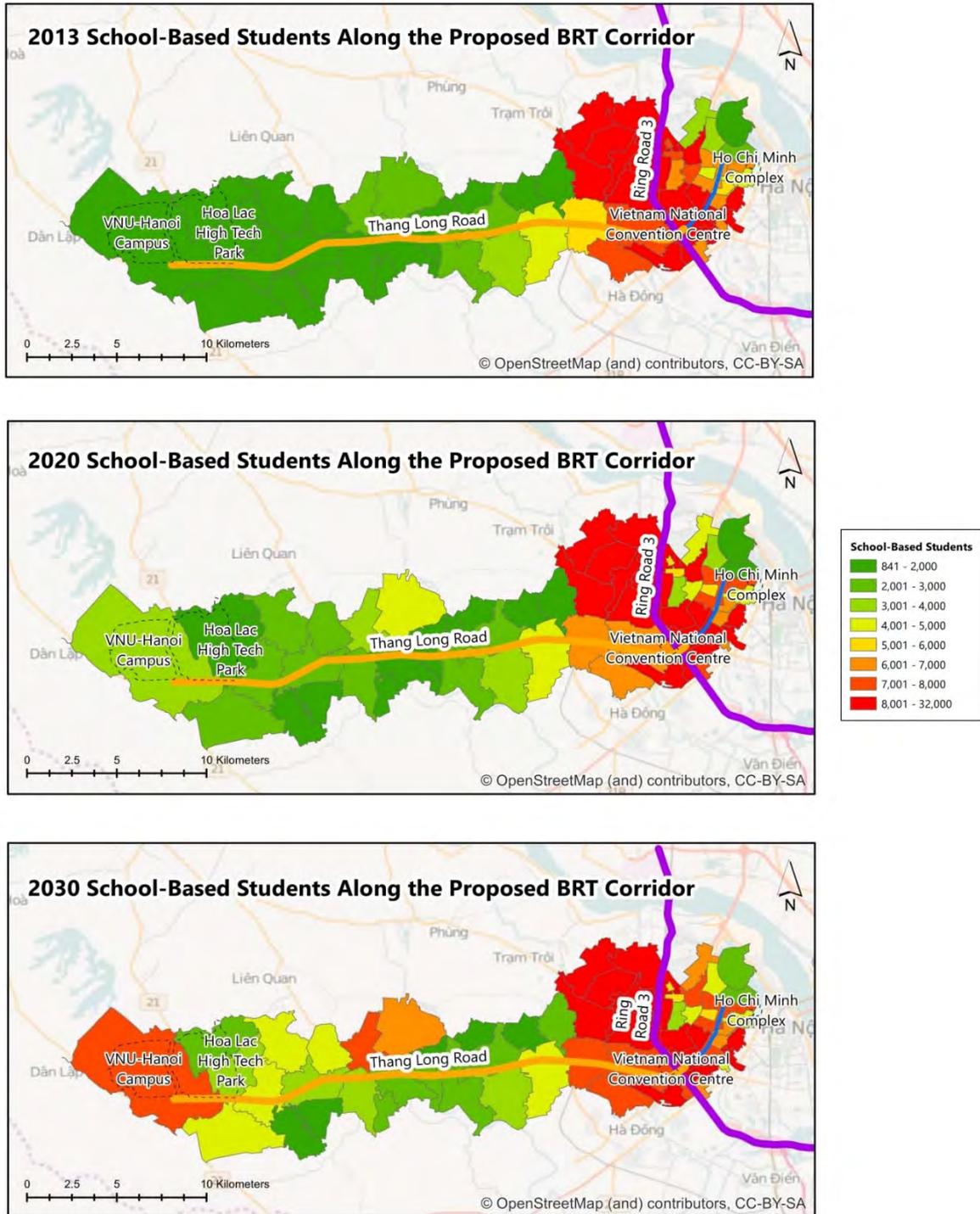
(2) 学生数の推移

居住地ベースの学生数と学校ベースの学生数の推移は図 3.2.5 並びに図 3.2.6 に示すとおりである。ベトナム国立大学がハノイ市中心部からホアラクへ移設することにより、ベトナム国立大学地域での現況と 2030 年の値は、居住地ベースの学生数で約 2,000 人から約 6,000 人へ、学校ベースでは約 2,000 人から約 7,500 人に延びている。



出典：METROS 報告書 5.2-4) 就学者

図 3.2.5 METROS における都市鉄道 5 号線沿線の居住地ベース学生数の推移



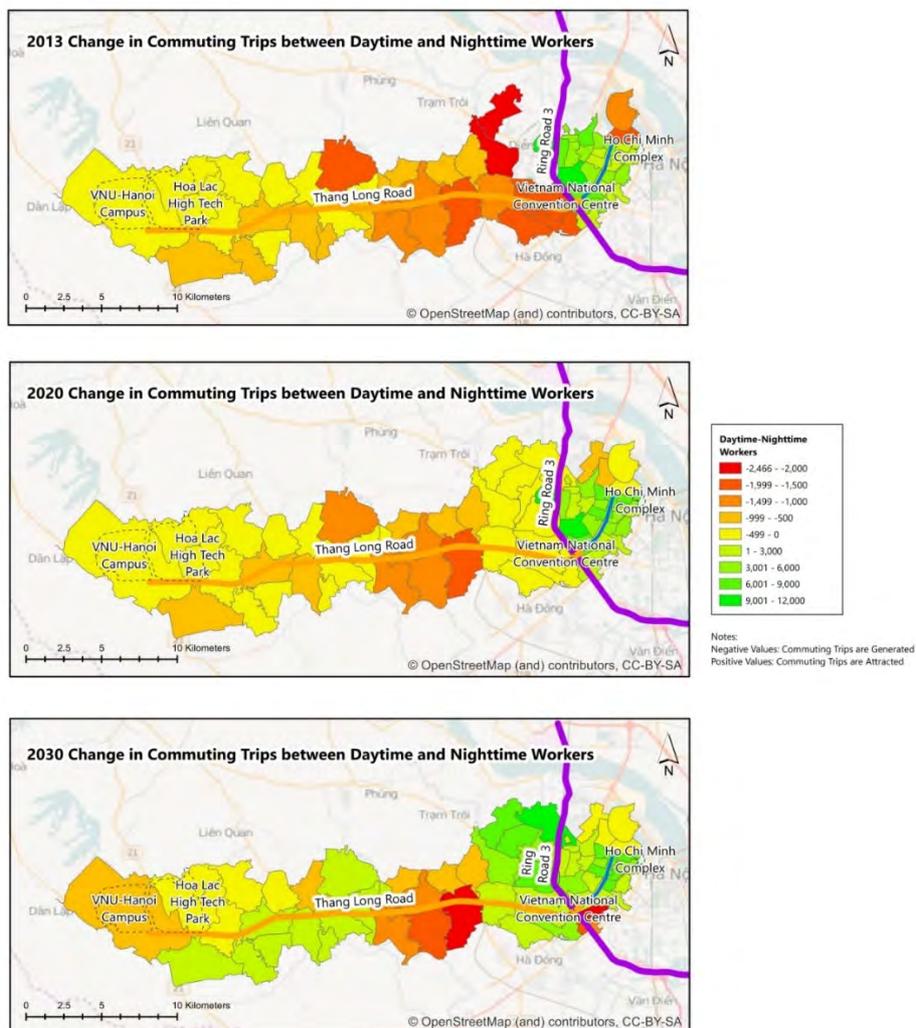
出典：METROS 報告書 5.2-4) 就学者

図 3.2.6 METROS における都市鉄道 5 号線沿線の学校ベース学生数の推移

(3) 通勤目的に関わる変化

ここまでのグラフでは年次推移は見えるものの、人の移動というトリップの変化を読むことは難しい。そこで、労働者、学生の多くは、基本的には住宅近隣に通勤、通学するという仮定の下、昼間値から夜間値を減じる形でグラフ化した。正の値が延びていけば通勤目的でのトリップが集中し、負の値が著しければ通勤目的で発生している。

この仮定で見えていくと、都市鉄道 5 号線沿線に労働集積地が開発され、通勤目的のトリップが集中するようなフレームは見えてこない。むしろ、ハノイ市中心部方向に通勤トリップが発生する設定である。また、都市鉄道 5 号線沿線の就業者/従業者の分布には、大きなメリハリが見られない。将来、ホアラック・ハイテクパークも整備されることから、都市鉄道 5 号線沿線の就業者/従業者のメリハリを見直し、BRT 停留所のある交通ゾーンは人口密度を上げ、そうでない場合は人口密度を下げるなど、BRT 整備に伴う需要を詳細に分析する必要があるだろう。

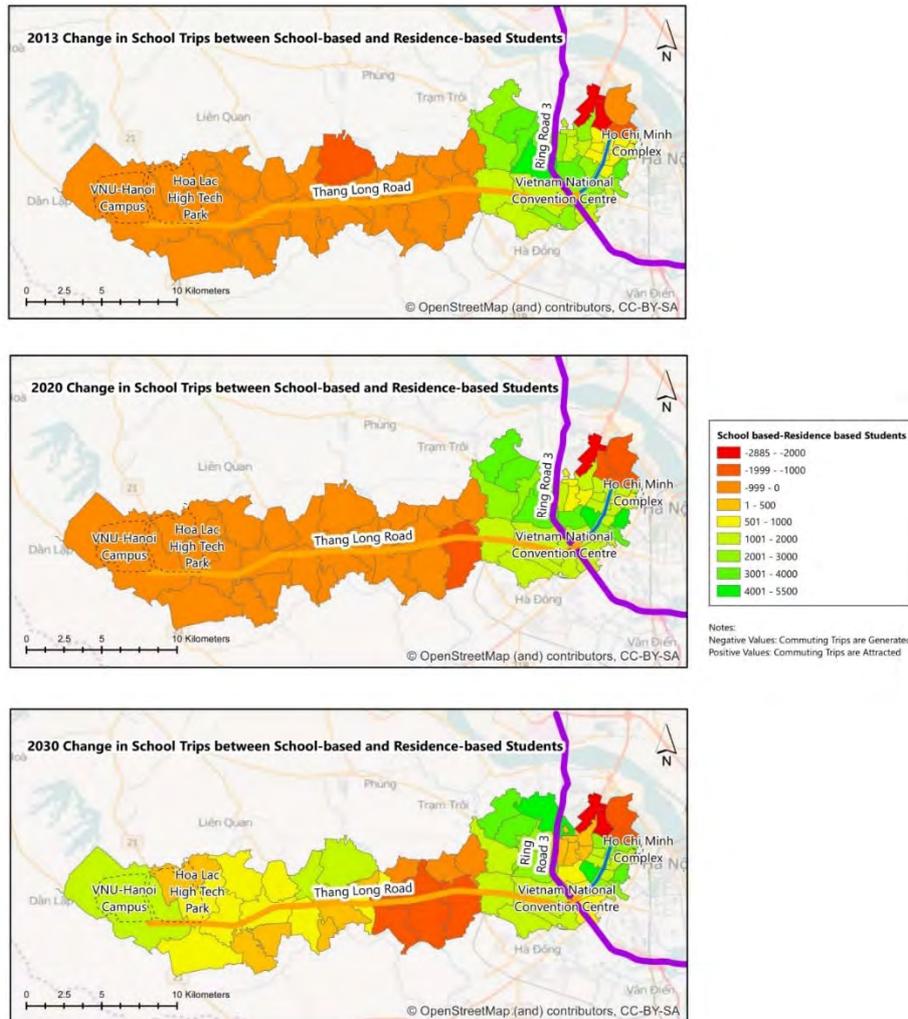


出典：METROS 報告書 5. 2-3) 従業者を基に調査団作成

図 3. 2. 7 従業者 — 就業者の推移

(4) 通学目的に関する推移

通学目的のトリップ変化を見るため、学生でも同様のグラフを作成した。労働者とは異なり、都市鉄道5号線沿線の学生には顕著な変化が見られる。ほとんどの沿線ゾーンで、現状は通学発生と見えるが、2020年を境にして逆転し、2030年ではほぼ全ゾーンで想定通学トリップ集中ゾーンになっている。ここから見て取れるのは、大学都市の集中は当然としても、それ以外の沿線ゾーンでも学校建設が活発化するであろうということである。一方、ベトナム国立大学が移転されると、昼間学生の増加分を大学ゾーンに分布させるなど都市鉄道5号線沿線の学生分布のメリハリを見直す分析も必要であろう。



出典：METROS 報告書 5.2-4) 就学者を基に調査団作成

図 3.2.8 昼間学生数 - 夜間学生数の推移

3.3 交通需要

3.3.1 需要予測の概要

需要予測手法には、オーソドックスな 4 段階推計法を適用し、そのデータベースとモデルは基本的に METROS を適用した。交通量配分方法としては、本件が BRT、都市鉄道を含む公共交通の需要を詳細に把握する目的から、公共交通に関してはトランジット配分を適用し、それ以外の交通に関しては METROS と同じ均衡配分を適用した。

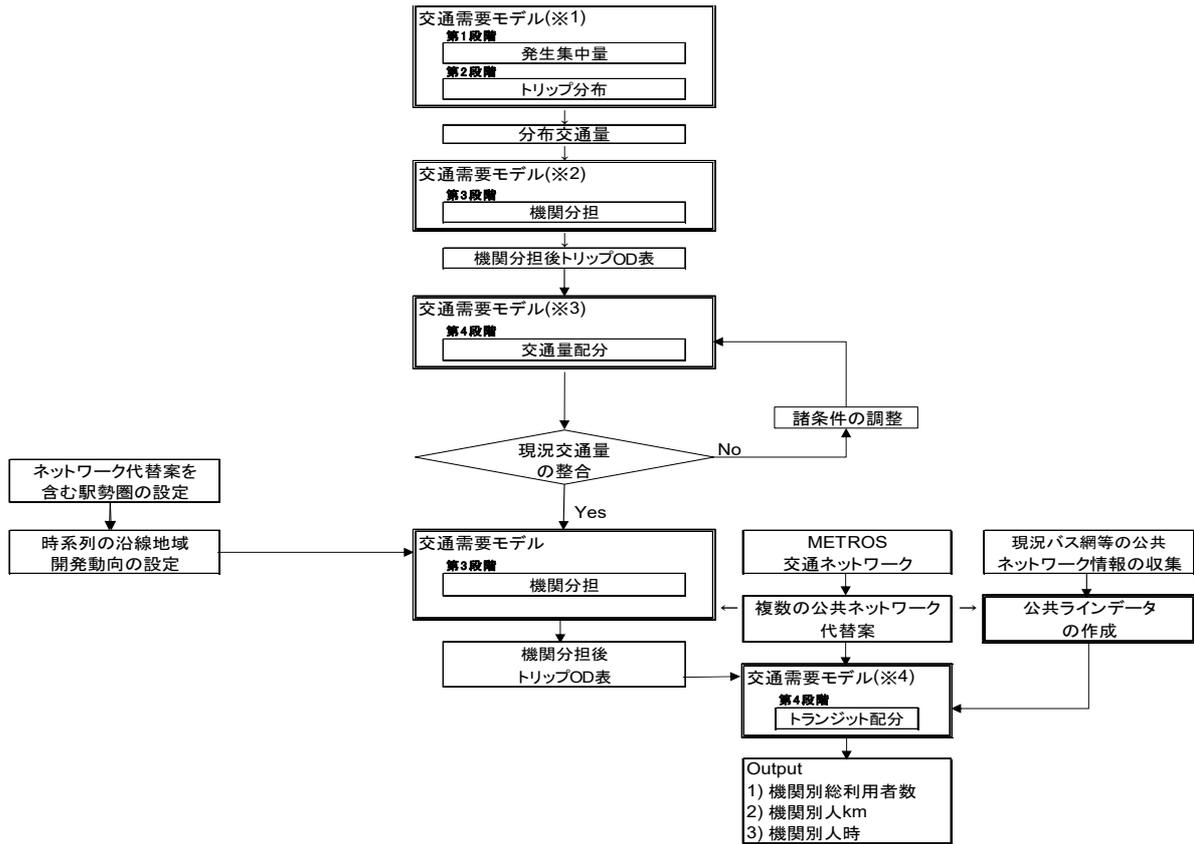
本調査で適用した 4 段階推計法のフローを図 3.3.1 に示す。

3.3.1.1 均衡配分

均衡配分は、一般的に交通マスタープランで用いられる。超長期に主眼を置く場合、現況のバス路線が超長期に維持されるとは考えにくい。従って、均衡配分を用いてバス通行可能な道路で公共需要がある場合、いずれの道路リンクも通行可とする場合に用いられることが多い。

3.3.1.2 トランジット配分

一方、公共交通 FS など開業時に主眼を置く調査の場合、公共交通配分にはトランジット配分が用いられる。開業時は近い将来が多く、現況のバス路線が大きく変更されることは想像しにくい。また、トランジット配分では、乗換抵抗、路線容量、評定速度も設定でき、駅/バス停の相互乗換の可/不可を設定できるため、より現実に近い形の公共交通配分が可能である。



注: ※1) METROSのモデル、並びにOutputを適用。
 ※2) METROSのモデル、現況基本ケースでの社会経済フレーム、並びにネットワークを適用。
 ※3) METROSのモデルによる現況再現性の検証。
 ※4) 交通交通需要のより詳細な情報を得るため、トランジット配分を適用。METROSでは、均衡配分を適用している。
 通常、公共交通機関のFSの場合、トランジット配分を適用し、超長期の都市交通マスタープランでは、均衡配分を適用する。
 これは、超長期では将来バス網等の路線が確定できないため、将来の公共ネットワークを整理できず、公共需要は全ての幹線
 道路が選択可能との考え方に起因する。

出典：JICA 調査団

図 3.3.1 本調査で適用した4段階推計法

将来予測年次は2020年、2030年とし、都市鉄道5号線がBRTで供用したケースについて需要計算を行った。

(1) BRTと都市鉄道で需要計算する場合の違い

BRTの最高速度は70km/hr、評定速度は約38km/hrと設定し、都市鉄道では首相決定されたTEDIのマスタープランにある最高速度80km/hrを適用した。

(2) 公共交通モードによる条件の違い (鉄道⇒BRT⇒路線バスの違い)

1) 路線バスとBRTにおけるバス停間距離の違い

現状で、同路線に都市間バス71、74が走っており、バス停間隔は平均1.65km程度である。一方、BRTでは評定速度(平均運行速度)を高く維持するため、2km間隔を想定している。

(バス停2km間隔で平均40~45km/hとなり、Hoa Lacから環状3号線まで約30分となる。)

2) 運行速度の違い

PPP-FSの報告書によれば、国家鉄道の主要5路線が2030年で70~80km/hの運行速度になると記載されている。(TEDI-MPより)

バス、BRT はこれより遅いので、代替路線があれば路線需要が変わることになる。

今回は、既存の路線バス 71、74 をそのまま残すため、BRT⇒鉄道の差は、BRT の速度が上がれば 71、74 を含む代替路線から多くの需要が移り、速度が低ければ代替路線に乗る量が多くなる。

3) 運行頻度、1編成当りの容量による違い

トランジット配分では、乗換抵抗とともに混雑抵抗や、平均待ち時間抵抗などのパラメータが設定されている。

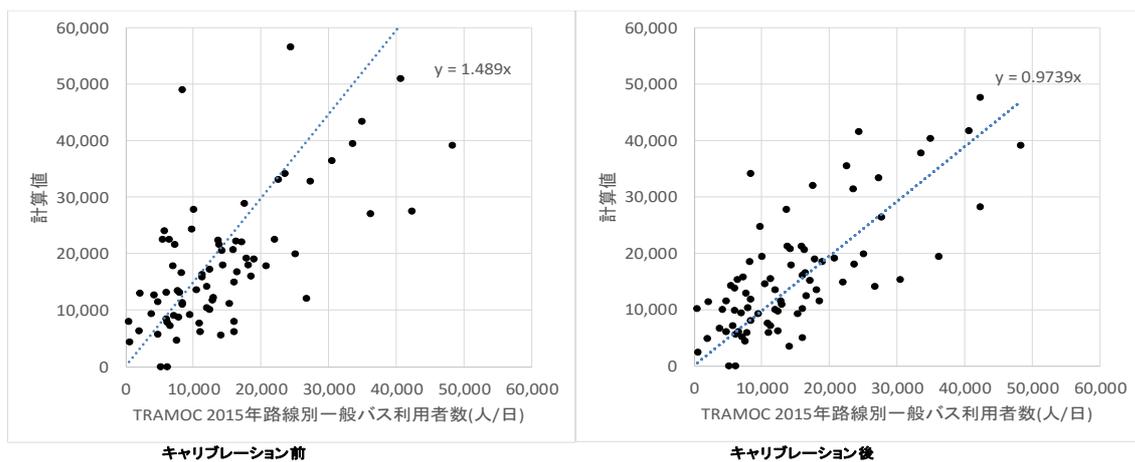
これらの数値は、過去のベトナムでの調査で用いたパラメータを基に現況キャリブレーションで設定するため、鉄道⇒BRT⇒路線バスでは、頻度・容量による差が出る。

4) 乗換回数

前述のように乗換抵抗のパラメータがあり、最大乗換回数も設定できるため、非合理的な乗換は計算として出てこない。沿線の駅勢圏では、徒歩で BRT/鉄道に乗れるが、離れたゾーンではバス等を利用しないと乗ることができない。これは、乗換回数を増やすこととなり、設定回を超えた乗換えをしないと乗れない場合は公共ネット上に分配されないこととなる。

3.3.2 現況キャリブレーション

需要予測において、現況キャリブレーションの持つ意味は大きい。現況合わせをせずに将来計算をした場合、現況における現実と計算の歪がより拡大されて将来結果に反映されてしまう。本調査では、交通調査を行っていないので、現況キャリブレーションは、TRAMOC の 2015 年路線別一般バス旅客数の日換算値と現況計算結果を比較、修正する形で実施し、その修正を将来計算にも反映する形で行った。キャリブレーションは、路線/地域別に評定速度を調整することによって行っている。



出典：JICA 調査団

図 3.3.2 現況キャリブレーション結果

TRAMOC の 2015 年路線別一般バス旅客数の日換算値と計算値が平均として同じになれば、線形近似直線の傾きは約 1.0 となる。キャリブレーション前は、これが 1.489 と計算値が一般バス旅客数に対して平均で 1.489 倍となっている。各路線の数値を整合する手順ではあるが、バス路線は乗換可能であるため、1 路線を修正すると複数路線の計算値が変わることになる。キャリブレーション後は、この傾きが

0.9739 と、ほぼ 1.0 になっており、また、各路線の点も近似直線の周辺に集中しており、キャリブレーション前より現況の一般バス旅客数に近い値となっている。

3.3.3 需要予測の計算前提

需要予測の計算前提は、以下に示すとおりである。

- 1) 一般バス路線は、ルート・料金とも現状のままと仮定した。
- 2) 都市鉄道 5 号線を除く、他の都市鉄道の開業年次は METROS をスケジュールに基づくものとし、ネットワーク上の供用は以下のとおりとした。

表 3.3.1 将来ネットワークに含まれる都市鉄道

都市鉄道	2020 年ネットワーク	2030 年ネットワーク	2030 年ネットワーク ³
1 号線	—	○	○
2 号線	○	○	○
2A 号線	○	○	○
3 号線	○	○	○
4 号線	—	○	—
6 号線	—	○	—
7 号線	—	○	—
8 号線	—	○	—

出典：JICA 調査団

- 3) 都市鉄道 5 号線のネットワーク代替案に関しては、「4. 代替路線の検討」を参照されたい。
- 4) 都市鉄道の料金設定は METROS に準じ、全線、初乗り 20,000VND/回+1,000VND/km の初乗り料金と乗車距離制の料金の組合せとした。
- 5) 世界銀行の BRT に関しては、2020 年には開業し、料金は一般バス水準と同じ 7,000VND/回の固定とした。
- 6) 道路ネットワークの整備状況については、METROS の“道路・高速道路+計画都市鉄道整備 (Do - Maximum)”シナリオに準じた。(METROS 最終報告書 Volume II: Hanoi 調査対象地域, Part B: 7.2, 4) 参照)

³ 現行の供用予定で、一部に 2030 年で都市鉄道 1、2、2A、3 のみ供用されるというのがあり、本 BRT 事業の料金初乗り:10,000VND+500VND/km のみ需要計算した。

3.3.4 需要予測結果

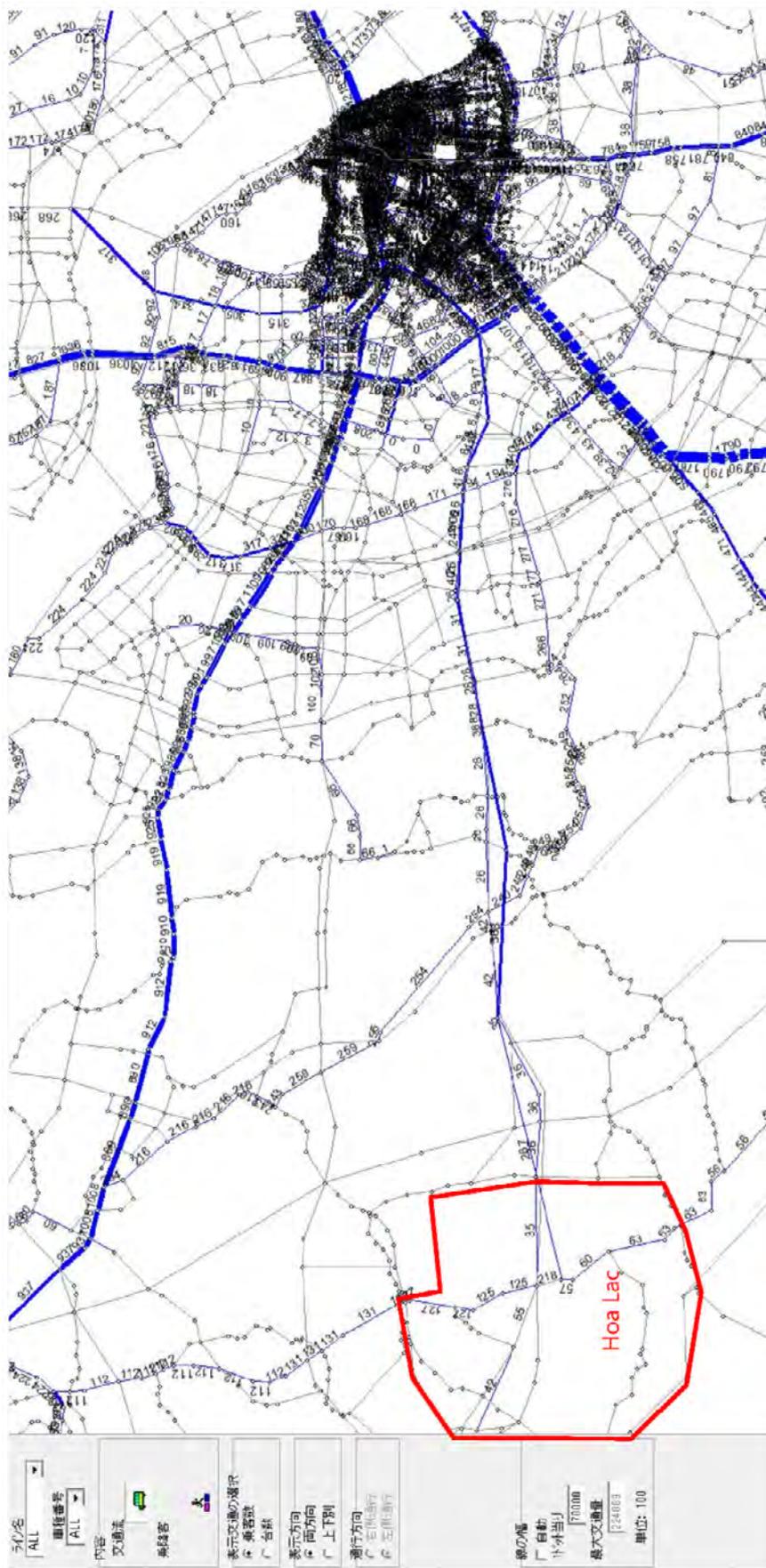
需要予測のケース設定は、以下のとおりである。

- 1) 予測年次 2020 年、2030 年の 2 種
- 2) 都市鉄道 5 号線のモード代替案として BRT 整備

(1) 都市鉄道 5 号線の代替案として BRT を整備した場合の公共需要予測結果

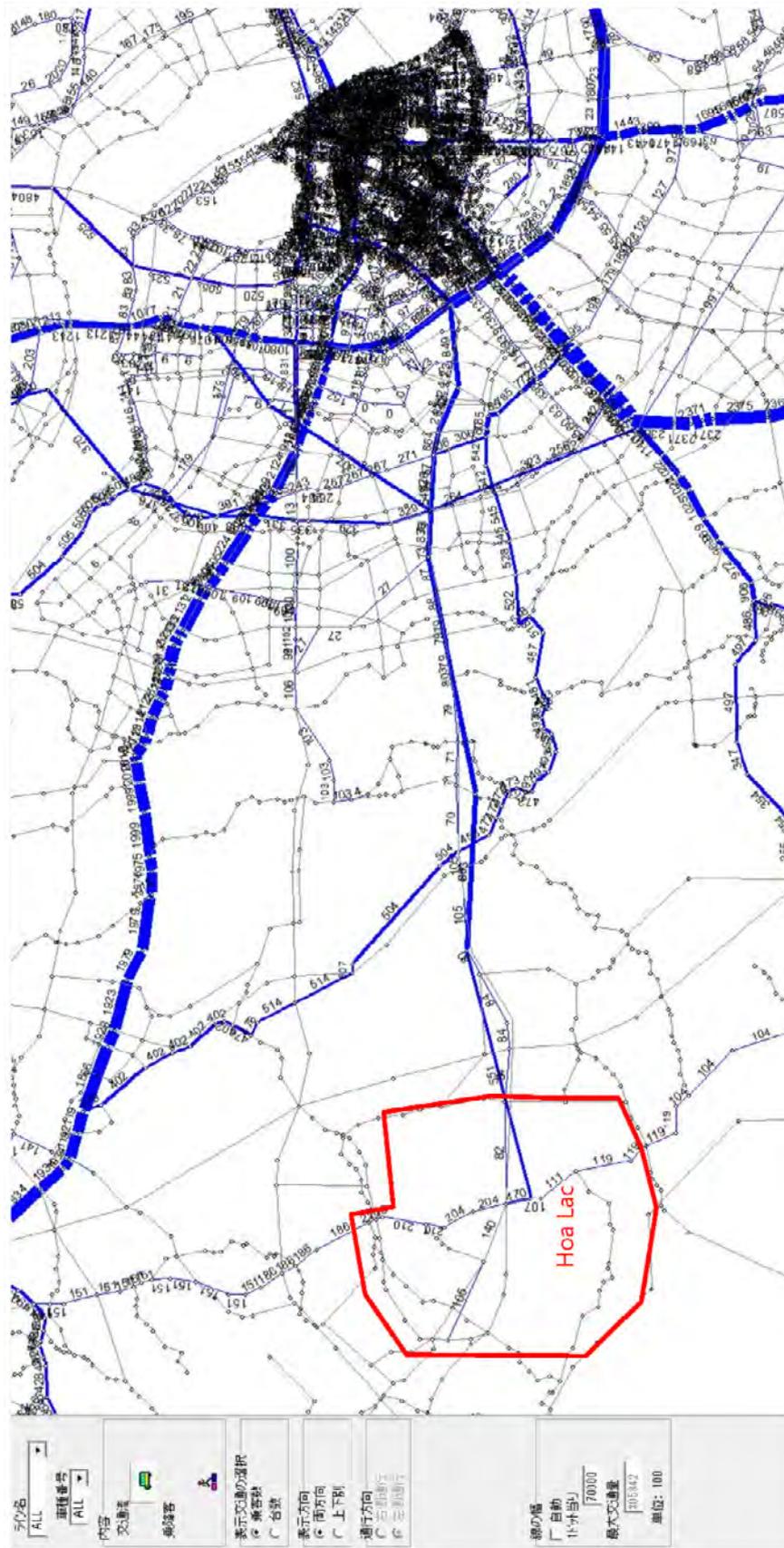
2020 年、2030 年に都市鉄道 5 号線の代替案として BRT を整備した場合の公共需要予測結果を図 3.3.3 と図 3.3.4 に示す。需要は日需要で、数値の単位は 100 人/日である。また、2030 年では都市鉄道全線(1, 2A, 2, 3, 4, 6, 7, 8 号線)が供用完了、本 BRT 事業の料金は、初乗り 10,000VND、距離制 500VND/km としている。

本 BRT 事業の日総利用者数は、2020 年が 6 万 5 千人、2030 年が 12 万 7 千人、最大断面利用者数は 2020 年が 4 万 7 千人、2030 年が 8 万 4 千人と試算されている。日総利用者数、最大断面利用者数ともに 2020 年から 2030 年にかけて 2 倍近く増加すると試算されている。



出典：JICA 調査団

図 3.3.3 都市鉄道 5 号線の代替案として BRT を整備した場合の公共需要予測結果 (2020)



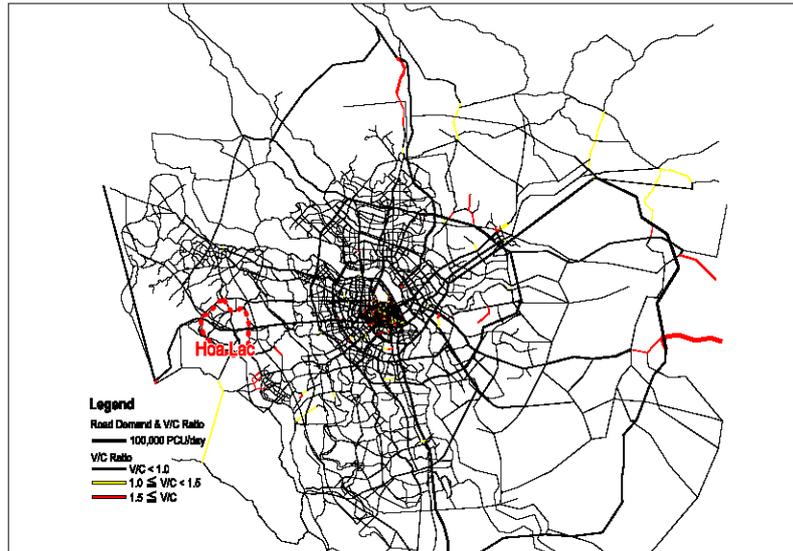
出典：JICA 調査団

図 3.3.4 都市鉄道 5 号線の代替案として BRT を整備した場合の公共需要予測結果 (2030)

(2) 都市鉄道 5 号線を BRT で整備した場合の道路需要

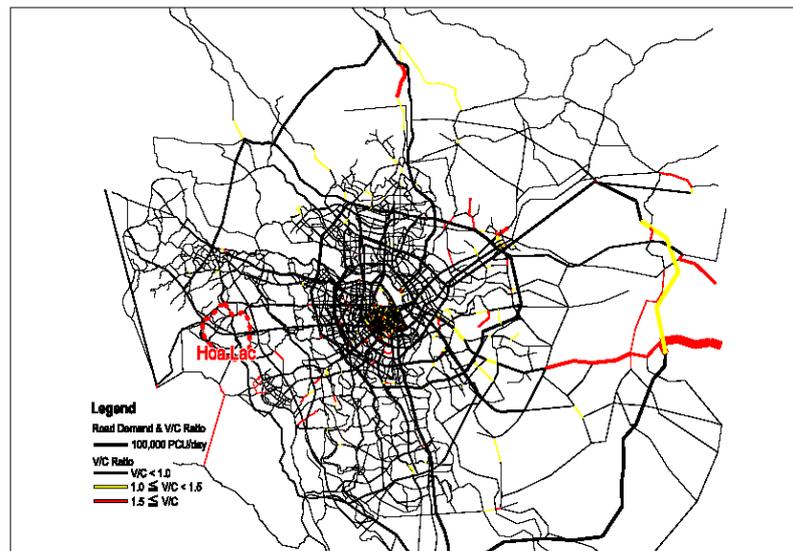
このケースでの道路需要を、図 3.3.5 と図 3.3.6 に示す。

この図は、都市鉄道 5 号線を BRT で整備した場合の道路の交通量並びに混雑度を示している。セクション交通量は太さで、混雑度 V/C^4 はセクションの色で表している。道路セクションの需要と容量が同じであれば 1.0 となり、数値が大きいくほど混雑していることになる。なお、これは日交通量を図化したものであり、混雑度は 1 日の平均値となる。



出典：JICA 調査団

図 3.3.5 都市鉄道 5 号線の代替案として BRT を整備した場合の公共需要予測結果 (2020 年)



出典：JICA 調査団

図 3.3.6 都市鉄道 5 号線の代替案として BRT を整備した場合の公共需要予測結果 (2030 年)

⁴ V/C: 混雑度である。Volume Capacity Ratio。

4 代替路線の検討

本調査のモデル路線の位置づけは、ハノイ中心部とハノイ西部のホアラック間の接続である。近年の急速な人口増加とモータリゼーションの進行により、ハノイ中心部では交通渋滞が顕著である。こうした背景からハノイ周辺に 5 つの衛星都市 (Hoa Lac, Son Tay, Xuan May, Phu Xuan, Soc Son) が計画承認されており、ホアラックは、人口 60 万人 (2030 年) の科学・技術・訓練地域として整備が進められている。

モデル路線に沿って都市鉄道 5 号線の建設が計画されている。2013 年に実施された『ハノイ市都市鉄道建設事業 (5 号線) 準備調査 (PPP インフラ事業) : JICA』においては、多大な建設費に対する利用者見込みの低さから財務面で事業実施困難と結論づけられており、沿線開発の促進や公共交通の利用促進施策を実施する必要性が提言された。モデル路線への BRT 導入は、沿線の利便性向上による開発促進と将来の鉄道需要発現の効果が期待されている。

4.1 代替路線計画の基本方針

本モデル路線の BRT 事業の旅客需要は、将来的には都市鉄道 5 号線に転換することが期待されている。したがって、都市鉄道 5 号線計画を意識した BRT 計画とすることが重要である。

2013 年に実施された『ハノイ市都市鉄道建設事業 (5 号線) 準備調査 (PPP インフラ事業) : JICA』における都市鉄道の構造形式は、ホータイ～環状道路 3 号線間は高架案と地下案の併記 (優劣判断は保留)、環状道路 3 号線～ホアラック間は地上形式となっている。

また、2015 年に実施された『ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査 : JICA』 (通称 METROS 調査) における都市鉄道の構造形式は、ホータイ～環状道路 3 号線間は地下案、環状道路 3 号線～ホアラック間は地上形式となっている。

直近に実施された METROS 調査では既成市街地区間を地下構造とし、建設中の都市鉄道 2 号線 (地下構造) との駅間接続、利便性を優先した計画となっている。

本調査では、METROS 調査で提案されている都市鉄道の構造形式を前提とする。

また、地下区間 (環状道路 3 号線以東の市街地区間) は道路敷地の直下、地上区間 (環状道路以西の郊外区間) はタンロン高速道路の既存中央分離帯 (幅員 20m) に都市鉄道が敷設されることを前提とする。



出典 : Zing VN
(タンロン高速道路の断面現況)

4.1.1 起終点の設定

将来の都市鉄道 5 号線への需要転換も考慮すると、モデル路線は都市鉄道 5 号線のルートを前提に代替案を設定することとなる。

ハノイ市中心部側を始点とした場合、終点位置は都市鉄道 5 号線と同様に、ホアラク衛星都市、すなわち建設中のホアラク・ハイテクパークならびにベトナム国立大学建設地点とする。

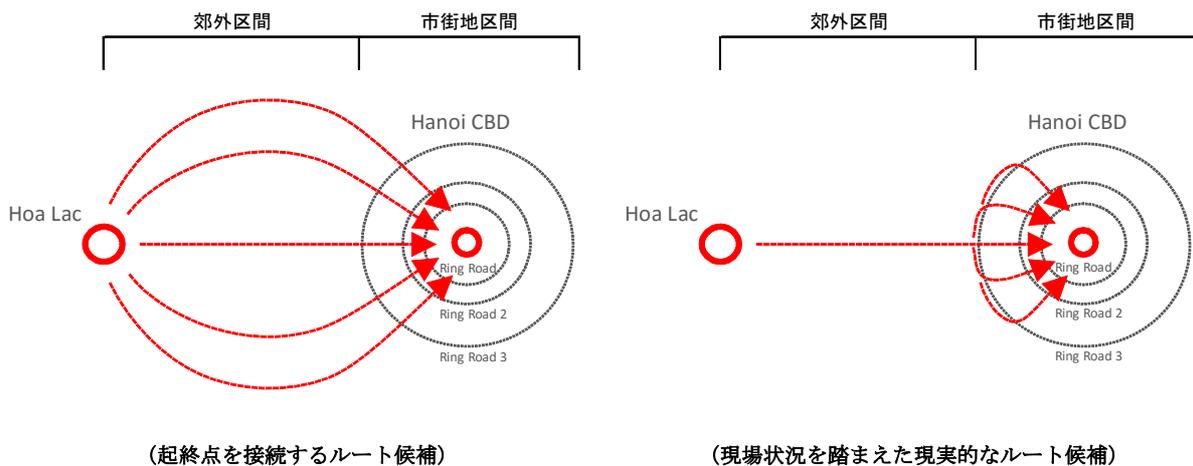
始点側である市街地区間での BRT 導入は、混雑している一般道路の一部を占有することとなる。したがって、BRT 導入によって深刻な交通渋滞が発生することも懸念される。

したがって、必ずしも新設の BRT 路線を市街地中心部に引き込む必要はなく、既存または建設中の公共交通システム（バス路線、整備中の都市鉄道 1～3 号線）との結節点（バスターミナル、鉄道駅等）に設定し、公共交通のネットワーク化を促進させる案も考えられる。

4.1.2 郊外区間の代替路線計画

前述の起終点を結ぶ代替路線ルートは、図 4.1.1 の左図に概念を示すように多数案が存在する。しかしながら、既存のタンロン高速道路（Thang Long Expressway）およびその側道以外に路線を選定すると大規模拡幅や新規道路建設を伴うことから社会環境面で現実的ではない。また、タンロン高速道路を外れた地域は開発も進んでおらず、交通需要も見込まれない。

したがって、郊外部（環状道路 3 号線～ホアラク間）のモデル路線ルートは、タンロン高速道路沿線とする。タンロン高速道路の中央分離帯ならびに側道との分離帯は十分な余裕をもった幅員を有することから、これら分離帯を利用した路線計画とするのが現実的である。具体的な分離帯の利用方法（例：専用車線敷設、停留所設置、他）は後述する。



出典： JICA 調査団

図 4.1.1 代替路線ルートの予備的選別（スクリーニング）

4.1.3 市街地区間の代替路線計画

市街地区間のモデル路線ルートの検討は、以下の基本方針にもとづいて実施した。

- 1) 既存道路を活用した路線の選択
- 2) 公共交通システムのネットワーク化が可能な路線の選択

4.1.3.1 既存道路を活用した路線の選択

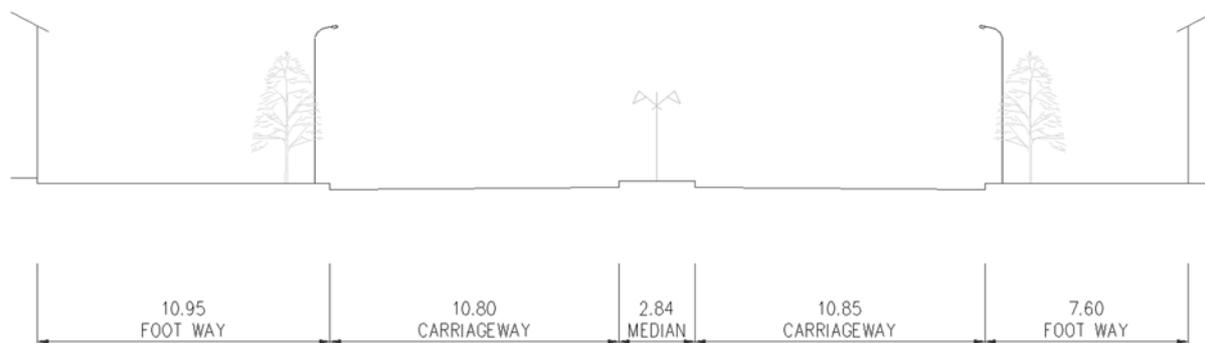
BRT システム導入を目的とした大規模な用地取得、新設道路の建設は、特に市街地部では非現実的である。したがって、既存の道路空間の一部を占有する形で最小限の用地取得で導入されるべきである。

一般的に、BRT 専用車線の導入可能性があるのは片側 3 車線以上の幅員を有した道路上となる。すなわち、BRT 専用車線以外の一般車両用車線は片側 2 車線以上確保されなければならない。2 車線の確保が困難な場合には、車線数の極端な減少による混雑に加えて、路側一時停車（故障車両含む）等の沿道利用による影響も増大し、BRT 導入前より深刻な渋滞を招く可能性が高い。

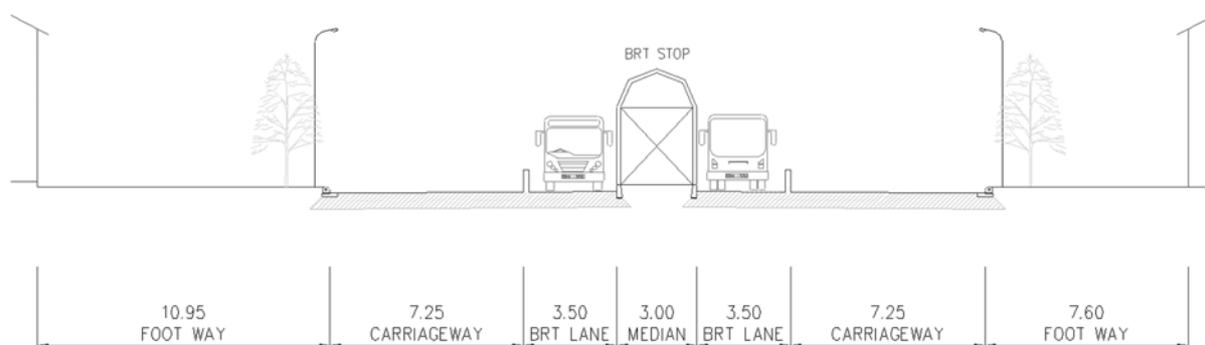
世銀の支援により実施中のプログラム（HUTDP: Hanoi Urban Transport Development Project, 2007-2016）のコンポーネントの一つである BRT1 号線建設事業はその建設が概ね完了しているが、開業前にこうした問題が表面化しつつあり、実施機関等により対応策が検討されている状況である。

図 4.1.2 に同 BRT 建設事業の標準横断図と平面レイアウトを示す。

(B R T 建設前)



(B R T 建設後)



出典： HDoT (PPT Material by HUTDP, 2006)

図 4.1.2 世銀支援 BRT 事業の標準横断構成 (当初案)

同 BRT 計画に対する調査団の見解を次表に示す。

表 4.1.1 実施中 BRT 計画の課題

項 目	概 要
横 断 構 成	片側 2 車線＋外側路肩の一般道路上に建設された。当初計画されていた全区間への BRT 専用車線（上図 4.1.2 参照）の設置は困難となり、大部分は非専用車線になる可能性が高い。仮に優先車線化も困難となったとすると、既存路線バスと同等もしくはそれ以下のサービスレベルとなる懸念がある。
停 留 所	中央分離帯上にアイランド形式で BRT 停留所を建設した。したがって、停留所は BRT 専用車両（左ドア）しか利用できない。既存の路線バス（右ドア）は従来通り路側の停留所を利用することから、車道の両側が閉塞することとなる。停留所での BRT 車両停車により道路の交通容量は低下し深刻な混雑を招く可能性が高い。（下写真参照）
交 差 点	路線上の主要交差点には跨道橋が設置されているが、一部の橋梁はバスを含む大型車の通行が設計荷重の制限から禁止されている。速達性が期待される BRT であるが平面交差点を走行せざるをえず、サービスレベルは低下する（下写真参照）。なお、こうした課題への対応として、バス優先信号を設定する予定である。

出典： JICA 調査団



(BRT 停留所での道路幅員)



(バス車両の通行禁止の跨道橋)

出典： JICA 調査団

図 4.1.3 実施中 BRT 路線の状況

本調査での BRT モデル路線の代替ルート選定においては、上記教訓も踏まえて以下の道路群を抽出している。

- 1) 6 車線以上の幅員を有する道路
- 2) 4 車線以上かつ BRT 車線と BRT 停留所を収用可能な広幅員の中央分離帯を有する道路

次ページ以降に、調査対象地域周辺の主要道路の現況写真及び調査対象地域周辺の道路幅員を整理する。

市街中心地区に乗り入れる道路で上記条件を満たすは、Nguyen Chi Thanh 道路のみである。ホアラックからタンロン高速道路 (Thang Long Expressway) を経由してホータイ (西湖) までを直線的に結ぶ線形である。

また、広幅員の環状道路 3 号線を経由して既存の路線バスまたは整備中の都市鉄道と接続 (乗り換え) し、市街中心地区にアクセスする案も代替ルートの候補となる。



(Thang Long Expressway)
Dual 3-lane with wide center median (W=20m) reserved for UMRT-5



(Service Road of Expressway)
2-lane with buffer separator from Expressway, City Bus No. 71, 74 in operation



(Chau Van Liem Street)
4-lane without median, flyover over the expressway



(Ring Road 3)
Dual 3-lane with wider center median for the elevated Ring Road 3



(Nguyen Chanh Street)
Narrow 4-lane road through the newly developing area



(Xuan Thuy Street)
1-lane operation during the construction of UMRT-3



(Nguyen Chi Thanh Street)
Dual 2-lane with wider median (W=17m) and wider shoulder for parking vehicle



(Le Van Luong Street)
Dual 2-lane with median, BRT under construction



(Nguyen Trai Street)
Dual 3-lane with median for UMRT-2A under construction



(Tay Son Street)
Narrow dual 2-lane without median



(Truong Chinh Street)
2-lane without median



(Kim Ma Street)
Wider 4-lane without median

出典： JICA 調査団

図 4.1.4 調査対象地域周辺の主要道路

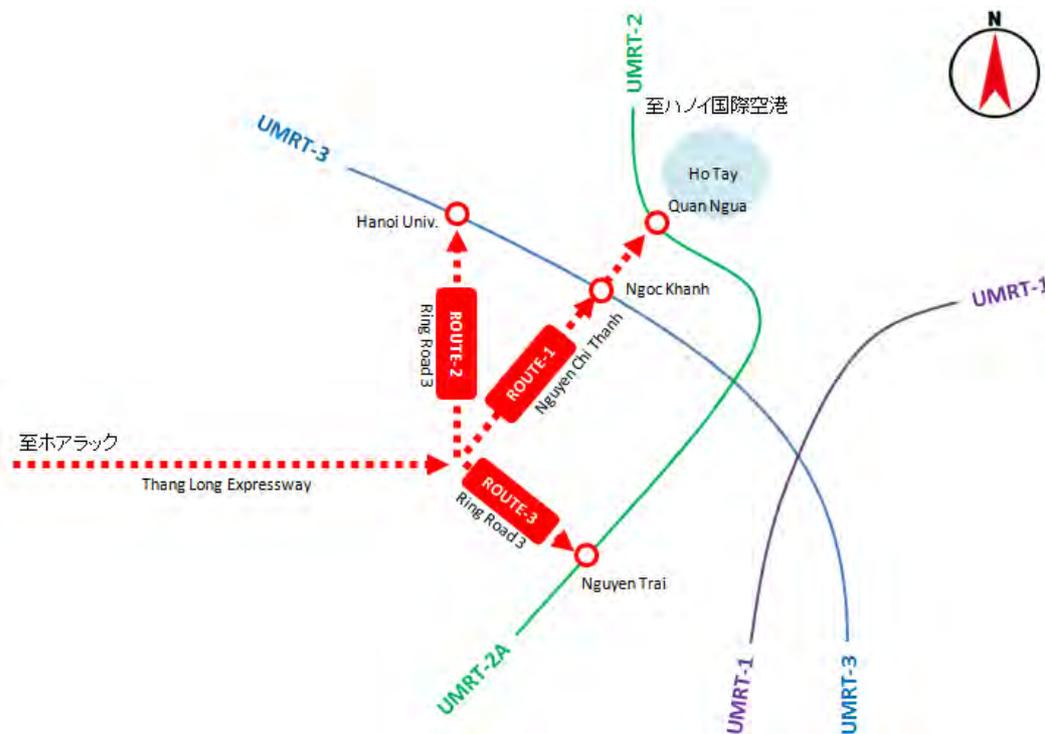


出典： JICA 調査団

図 4.1.5 既存道路の幅員概況

4.1.3.2 公共交通システムのネットワーク化が可能な路線の選択

都市鉄道と BRT モデル路線との接続が考えられるルートを下図に示す。(上図との対比のため冒頭に図示)



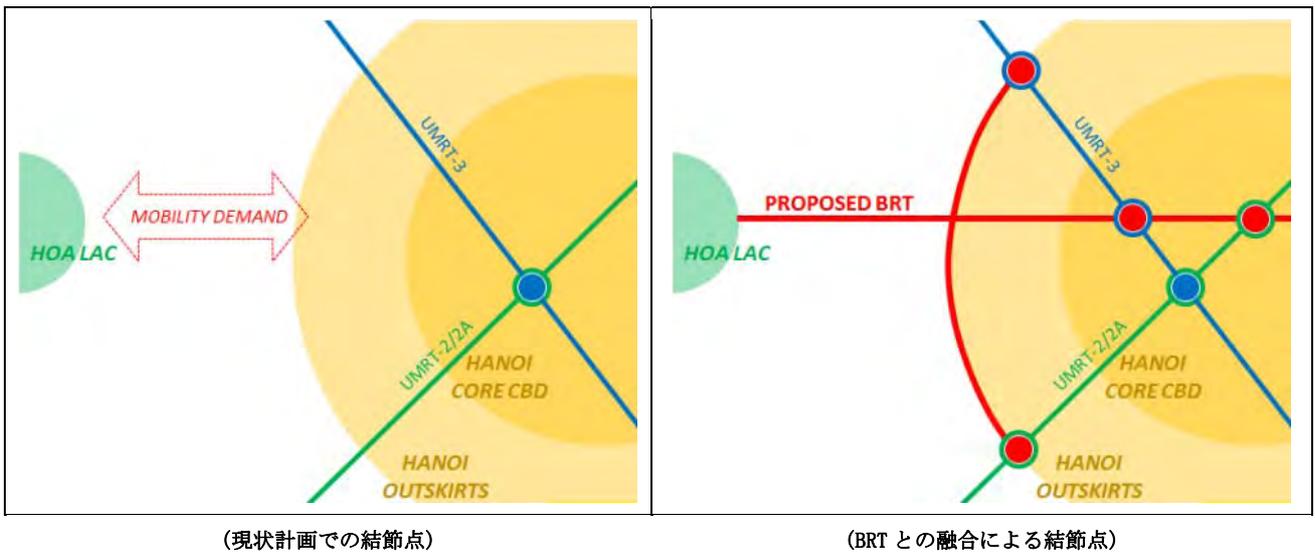
出典： JICA 調査団

図 4.1.6 都市鉄道へのルート

ハノイ市はこれまでの自動車等私的交通依存から脱却し、持続可能な発展を目指した公共交通志向型都市開発 (TOD: Transit Oriented Development) を目指す方向に軸足を移しつつある。こうした背景の

もと、複数の都市鉄道整備が同時並行で進められている。沿線都市開発が先か開発を促す公共交通機関の整備が先かという議論があるが、都市計画家ピーターカルソープの提唱した TOD は公共交通機関の整備が都市開発の促進起爆剤となりうると説明している。今日ではこの理論を裏付ける開発実績が多数存在する。(例：ワシントン市郊外アーリントン地区開発他)

本調査で対象とする BRT 路線はホアラク衛星都市とハノイ市中心部を結ぶ路線であり、将来の都市鉄道 5 号線整備に向けて公共交通の需要喚起をもたらすことが期待されている。BRT モデル路線の選定においては、都市鉄道 5 号線同様に、整備中の都市鉄道 (1、2、3 号線) とのネットワーク形成を図ることが重要となる。図 4.1.6 の ROUTE-1 は都市鉄道 (UMRT) 2 号線ならびに 3 号線と結節することができる。また、ROUTE-2、-3 は都市鉄道 3 号線、2A 号線とそれぞれ結節することができる。



出典： JICA 調査団

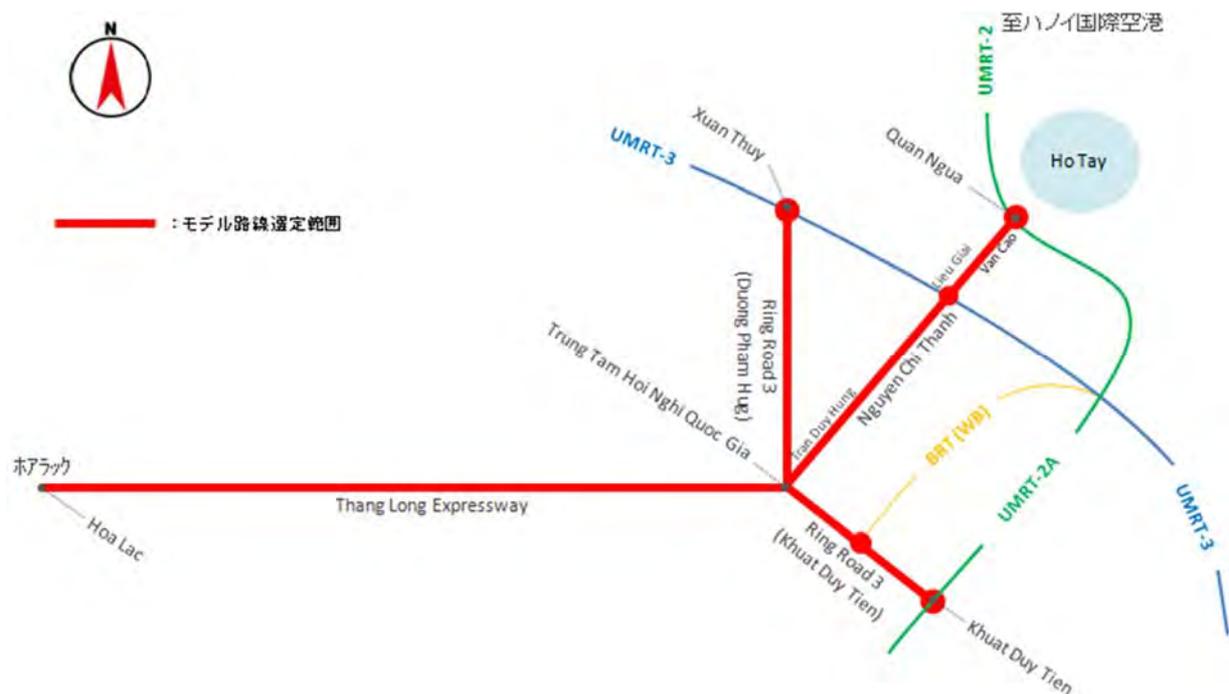
図 4.1.7 都市鉄道との結節点

4.2 代替路線の選定

上述の基本方針に沿って、本調査での BRT 代替路線を選定する。BRT の将来需要は、運行形態 (専用車線/非専用車線) により大きく異なる。また、運行形態により、道路横断面のどの車線を路線とするかが決定される。

したがって、モデル路線の代替案は一般的な道路計画のように複数の線形の中から計画するのではなく、絞り込まれた線形の範囲内で運行形態も考慮した代替案とされるべきである。

図 4.1.5、図 4.1.6 を重ね合わせることで、モデル路線代替案を選定できる範囲は図 4.2.1 に示す道路群に収束される。この範囲の中で運行形態を含めて代替路線を検討する。



出典： JICA 調査団

図 4.2.1 モデル路線の選定範囲/対象道路

4.2.1 郊外区間の代替路線

終点位置であるホアラック地域内については、ハイテクパークならびにベトナム国立大学の双方を巡回するルートを一時的に仮設定する。現時点で提案するルートについては、暫定案として 5 章の図 5.2.29 に示すが、より詳細な実施検討の段階ではハイテクパーク、ベトナム国立大学との協議を踏まえて最終化される。

タンロン高速道路および側道が候補地点であるが、側道は片側 2 車線かつ路線バス (No. 71, 74) も運航中のため新規 BRT 導入には不適である。したがって、タンロン高速道路 (片側 3 車線) への導入について検討する。2030 年 (承認された都市鉄道網完成後) におけるタンロン高速道路の需要予測結果を下表に示す。

表 4.2.1 タンロン高速道路の将来需要と混雑度

交通量	73,863 PCU/day PCU: Passenger Car Unit/乗用車換算値
混雑度 (往復 6 車線の場合)	0.77 73,863 PCU(交通量)/95,400 PCU(道路容量)
混雑度 (往復 4 車線の場合)	1.16 73,863 PCU(交通量)/63,600 PCU(道路容量)

出典： JICA 調査団

タンロン高速道路の既存車線数（往復 6 車線）の中で BRT 専用線（往復 2 車線）を建設すると、一般車両に供される車線数は往復 4 車線となる。2030 年の混雑度は 1.0 を越えることから、朝夕のピーク時（約 1～2 時間）の慢性的な渋滞が予想される。したがって、既存車線の一部を BRT 専用車線として供することは推奨されない。

郊外区間の代替路線は以下の 2 案を提案する。それぞれの需要予測結果を踏まえてモデル路線を選定することとなる。

4.2.1.1 BRT 専用車線を設置しない案

側道において運行されている一般の路線バス（No. 71, 74）との差別化を図るべくタンロン高速道路敷地内にバスストップを設置して運行する。我が国における高速バスの概念である。

4.2.1.2 BRT 専用車線を設置する案

表 4.2.1 で示した将来混雑度の観点からも既存車線を BRT 専用車線に供することは推奨されない。したがって、BRT 専用車線を設置する場合には新規に車線を整備することとなる。



出典： JICA 調査団

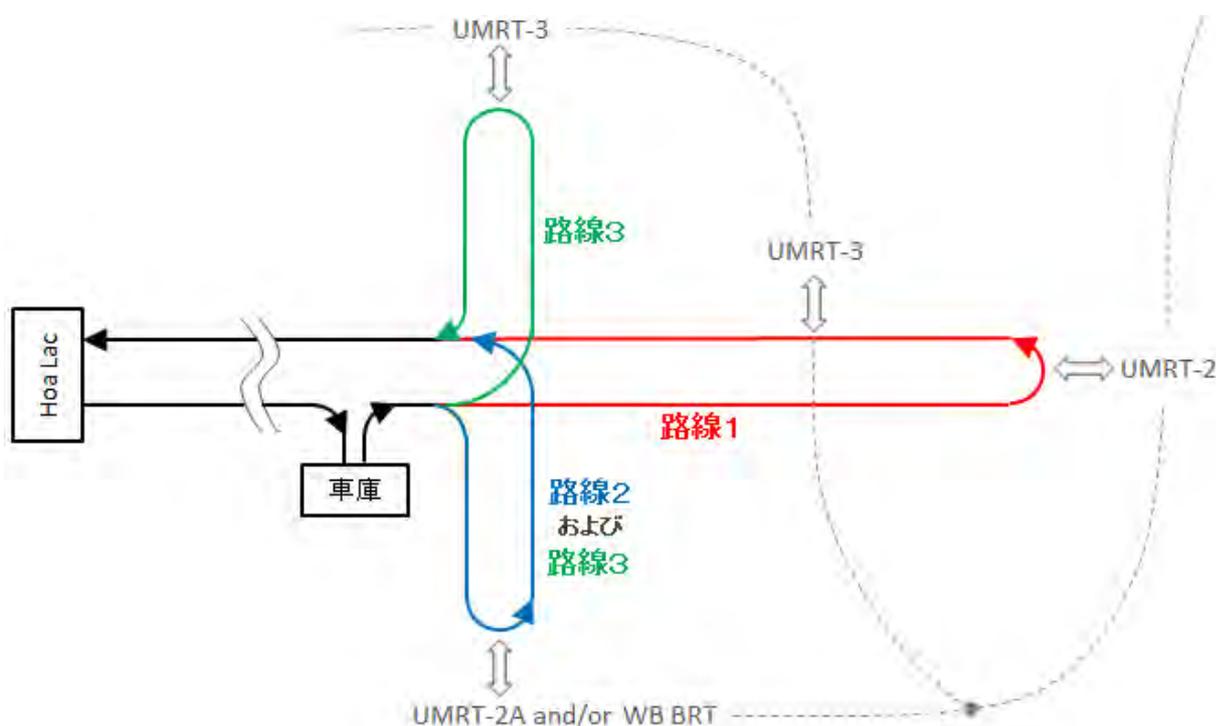
図 4.2.2 タンロン高速道路への BRT 専用車線の付加

4.2.2 市街地区間の代替路線

市街地区間の代替路線は、他の公共交通システムとのネットワーク化を主眼として設定する。都市鉄道については、計画が具体的に進行中の路線（1、2、2A、3号線）、バスについては、路線バスならびに世銀支援で建設中のBRTとの接続を考慮した。

下図に市街地区間に焦点をあてたモデル路線の代替案を示す。越国は右側通行のためBRT路線は“反時計回り”となる。また、車両基地（車庫）/整備工場の設置も必要となるが、環状道路3号線の内側は市街化が進んでおり適当な大きさの空地確保は困難である。したがって、代替路線ならびに需要予測の段階においては、環状道路3号線の外側、Le Quang Dao St.との交差点付近と仮定している。

市街地区間の代替路線は、公共交通機関との接続を考慮した3ケース（表4.2.2参照）を検討する。



出典： JICA 調査団

図 4.2.3 市街地区間の代替路線

表 4.2.2 市街地区間の代替路線

代替路線		路線概要
路線 1	国際会議場（環状道路 3 号線との交差点周辺）→ホータイ→国際会議場	一般道路（Tran Duy Hung, Nguyen Chi Thanh, Lieu Giai, Van Cao）を經由してホータイまでを直線的に結ぶ路線。途中で都市鉄道 3 号線、2 号線と結節する。既存道路の中央分離帯を BRT 専用車線と BRT 停留所が占有することが前提。占有できない場合には代替路線として不適となる可能性が高い。
路線 2	【南下ルート】 国際会議場→都市鉄道 2A 号線/世銀支援 BRT との結節→国際会議場	環状道路 3 号線沿いの一般道路（Khuat Duy Tien）を經由して Nguyen Trai 道路との交差点までを結ぶ路線。途中で都市鉄道 2A 号線ならびに世銀支援の BRT 路線と結節する。
路線 3	【南下ルート】 国際会議場→都市鉄道 2A 号線/世銀支援 BRT との結節→国際会議場 および 【北上ルート】 国際会議場→都市鉄道 3 号線との結節→国際会議場	路線 2 に加えて、環状道路 3 号線沿いの一般道路（Duong Pham Hung,）を北上してベトナム国立大学ハノイ校までを結ぶ路線を追加する。 南下ルートでは都市鉄道 2A 号線ならびに世銀支援の BRT 路線、北上ルートでは 3 号線と結節する。

出典： JICA 調査団



出典： JICA 調査団

図 4.2.4 路線 1 および路線 2

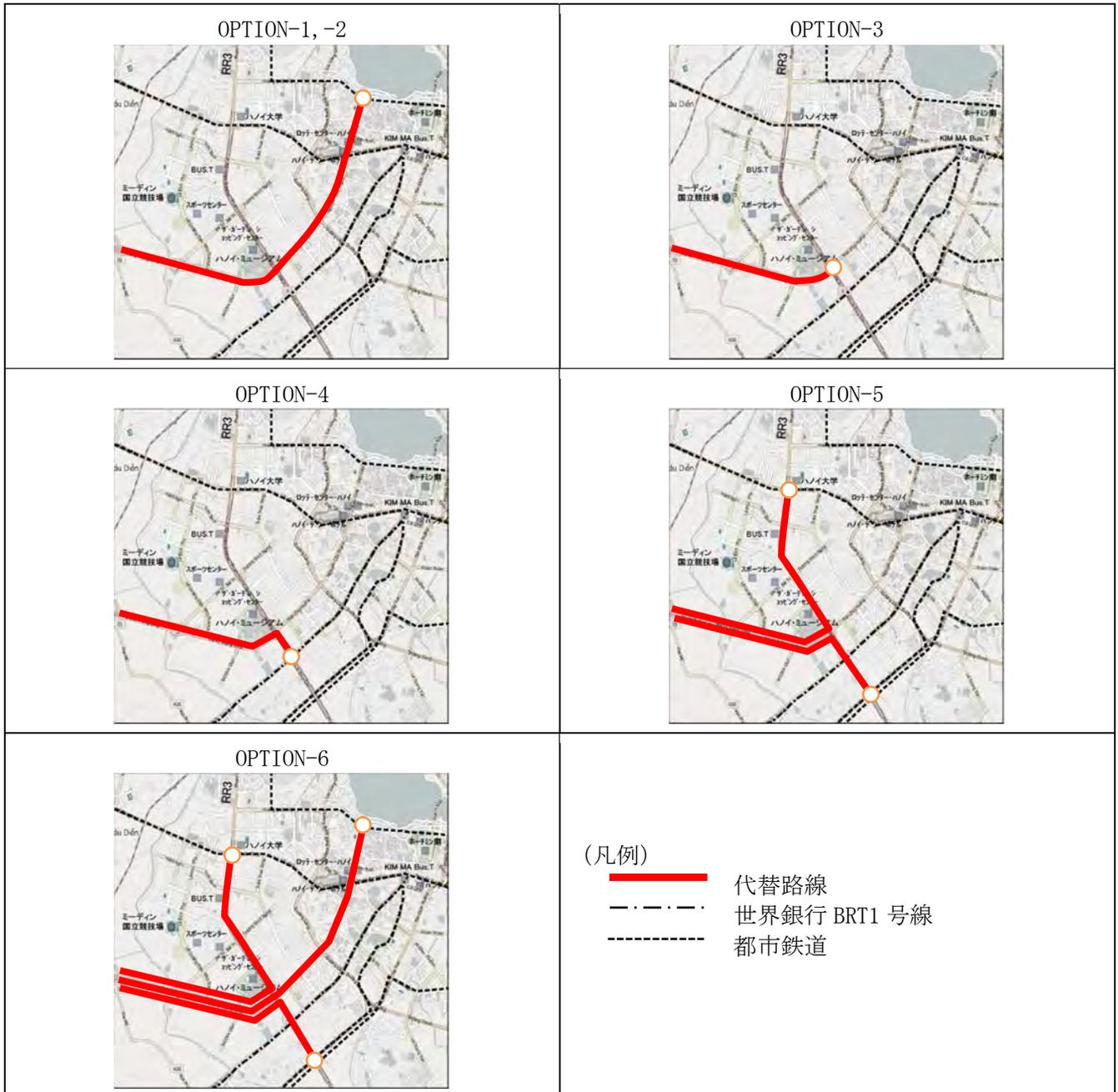


出典： JICA 調査団

図 4.2.5 路線 3

4.2.3 代替路線の選定

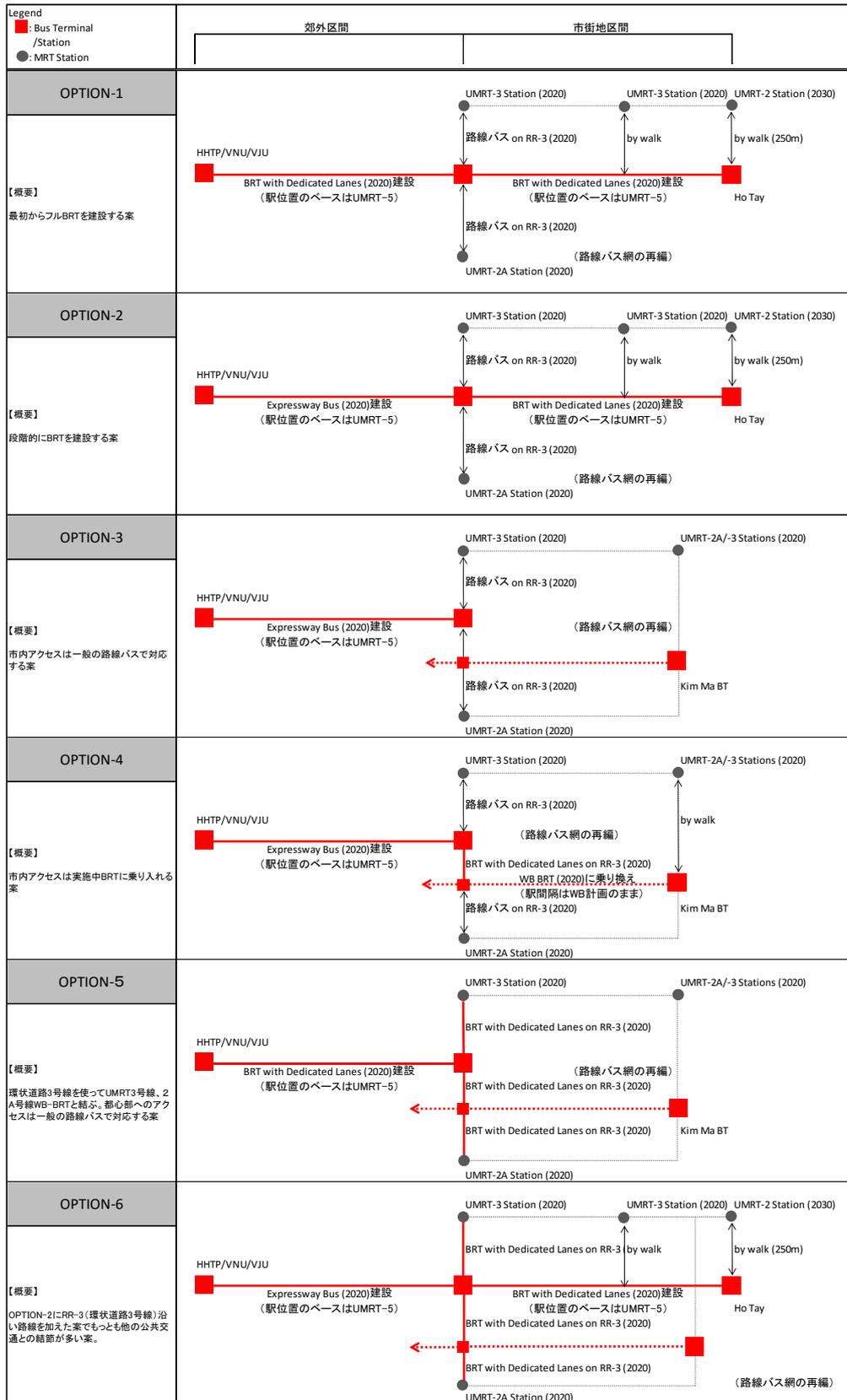
上記より、以下に示す代替路線を設定した。OPTION-1, -2 は路線 1、OPTION-3 はタンロン高速道路のみ、OPTION-4 は路線 2 の世銀 BRT 結節点まで、OPTION-5 は路線 3 を経路選択している。また、OPTION-6 は路線 1 と路線 3 を包括した最も他の公共交通との結節が多い代替案である。



出典： JICA 調査団

図 4.2.6 代替路線の位置

代替路線の概要を図 4.2.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.2.7 代替路線

5 代替路線の技術的検討

5.1 代替路線の需要予測

表 5.1.1 は、2020 年と 2030 年における各ケースの算定結果を以下の指標により一覧表としている。

- a) 日総利用者数 : 本 BRT 事業の総利用者数。
- b) 日料金収入 : 本 BRT 事業の日収入は、以下の 4 料金パターンで算定。
 初乗り 10,000VND+ 500VND/km (基準料金)
 初乗り 5,000VND+ 250VND/km (基準料金の 50%)
 初乗り 20,000VND+1,000VND/km (基準料金の 200%)
 初乗り 16,000VND+ 800VND/km (基準料金の 160%)
- c) 最大断面利用者数 : 本 BRT 事業の最も利用者の多い断面での利用者数。
- d) PCU¹ x km : 台キロともいう道路ネットワークの利用状況。乗用車換算値。
- e) PCU x hr : 台時ともいう道路ネットワークの利用状況。乗用車換算値。
- f) 平均速度 : 調査対象地域内道路ネットワークの平均速度。
- g) V/C : 混雑度

表 5.1.1 需要予測の各種評価指標による比較

年次	UMRT	Line 5	Line 5 Fare	代替案	Line 5			道路ネットワーク				備考			
					日総利用者数 (1,000人/日)	日料金収入 (billion VND/日)	最大断面利用者数 (100人/日)	PCU x km (1,000)	PCU x hr (1,000)	平均速度 (km/hr)	V/C				
2020	2,2A 3	— BRT	— 10,000 +500km	未整備	—	—	—	93,331	2,783	33.5	0.20				
				Option 1 & 2	65	1.25	470	93,585	2,804	33.4	0.17	路線バス71,74頻度1/2			
				Option 3	22	0.42	182	93,456	2,794	33.4	0.17	路線バス71,74頻度1/2			
				Option 4	21	0.41	170	93,222	2,784	33.5	0.17	路線バス71,74頻度1/2			
				Option 5	24	0.47	208	93,616	2,799	33.5	0.17	路線バス71,74頻度1/2			
				Option 6	87	1.64	531	94,851	2,846	33.3	0.17	路線バス71,74頻度1/2			
				5,000 +250km	Option 1 & 2	110	0.95	815	93,585	2,804	33.4	0.17	路線バス71,74頻度1/2		
				20,000 +1,000km	Option 1 & 2	30	1.34	249	93,585	2,804	33.4	0.17	路線バス71,74頻度1/2		
				16,000 +800km	Option 1 & 2	41	1.37	314	93,585	2,804	33.4	0.17	路線バス71,74頻度1/2		
				2030	1 2,2A 3,4 6,7 8	— BRT	— 10,000 +500km	未整備	—	—	—	158,211	5,041	31.4	0.28
Option 1 & 2	127	2.50	840					157,479	5,029	31.3	0.26	路線バス71,74頻度1/2			
Option 3	58	1.13	533					157,804	5,046	31.3	0.26	路線バス71,74頻度1/2			
Option 4	88	1.80	617					157,995	5,043	31.3	0.26	路線バス71,74頻度1/2			
Option 5	105	2.10	863					159,530	5,101	31.3	0.27	路線バス71,74頻度1/2			
Option 6	161	3.34	1,177					159,880	5,106	31.3	0.27	路線バス71,74頻度1/2			
5,000 +250km	Option 1 & 2	196	1.76					1,217	157,479	5,029	31.3	0.26	路線バス71,74頻度1/2		
20,000 +1,000km	Option 1 & 2	60	2.67					509	157,479	5,029	31.3	0.26	路線バス71,74頻度1/2		
16,000 +800km	Option 1 & 2	80	2.72					615	157,479	5,029	31.3	0.26	路線バス71,74頻度1/2		
1 2,2A 3	— BRT	— 10,000 +500km	未整備					—	—	—	153,450	4,981	30.8	0.27	
			Option 1 & 2					130	2.62	922	152,718	4,969	30.7	0.26	路線バス71,74頻度1/2
			Option 3					45	0.86	367	153,043	4,987	30.7	0.26	路線バス71,74頻度1/2
			Option 4					86	1.82	716	153,233	4,984	30.7	0.26	路線バス71,74頻度1/2
			Option 5					108	2.19	922	154,768	5,042	30.7	0.26	路線バス71,74頻度1/2

¹ PCU: 乗用車換算係数。Passenger Car Unit

5.1.1.1 公共交通の指標

公共交通の代替案比較の指標として、日総利用者数が多く、日料金収入が多いということが挙げられる。一方、最大断面利用者数は公共交通としての運行計画に用いられる指標である。例えば、最大断面利用者数が多ければ、多くの車両が必要になり、車両コストが大きくなるというのが一般的である。ただし、最大断面利用者数と必要車両数の関係は、運行頻度、1編成当りの車両数の関数であり、運行計画によるところが大きい。

5.1.1.2 道路交通の指標

道路需要は、均衡配分で算定された。指標としては、一般的には低い PCU x km、PCU x hr 並びに V/C が良い代替案となる。また、道路交通の指標は、VOC²、TTC³の形で、経済財務分析に供される。

5.1.1.3 需要予測の概要

2030年の日総利用者数は60千人から160千人であり、既存の調査を下回っている。これは、まずトランジット配分という、バス停/鉄道駅のみ乗降、乗換え可能とする配分を行っているため、既存の調査で用いた均衡配分より、乗換えが制限されているためである。これは、実際の乗換状況を再現することにより、より現実に近い算定結果を得るためにトランジット配分が選択された。次に HAIDEP、TEDI-MP 並びに PPP-FS では、公共交通の分担率を想定値として設定している。METROS では、自転車、バイク、乗用車でも、それらより鉄道の方が有利であれば鉄道が利用できるとしている。本調査では、純粋に機関分担された公共交通 OD 表のみをトランジット配分しているため、このような低い利用者数となっている。これは、本 BRT 事業の最低限需要ともいえるものである。

都市鉄道5号線を BRT あるいは都市鉄道で整備する場合、競合する既存路線バスを含むバス路線の再編が一般的である。これは、対象路線に需要を集中させ、事業成立を補助する手段でもある。本調査地域では、既存バス路線 71 と 74 の一部区間が都市鉄道 5 号線と並走している。通常は、既存バス路線 71 と 74 を廃線するのが一般的手法ではあるが、既存バス路線 71 と 74 は中心市街地から Hoa Lac までは都市鉄道 5 号線と並走するが、その後南北に分かれて他地域までの接続となるため、廃線すると利用者のサービス低下が否めない。このため、本需要予測では既存バス路線の再編は含まれていないが、既存路線バス路線 71 と 74 に関しては、運行頻度を 50% と設定して需要予測を実施している。

² VOC: 車両走行経費。Vehicle Operating Cost

³ TTC: 旅行時間費用。Travel Time Cost

5.2 路線計画・施設計画

本調査で提案する BRT 路線の沿線には、都市鉄道 5 号線が計画されていた。2016 年 3 月 31 日付の越国首相決定 519 号においても、都市鉄道 5 号線の 2020 年～2030 年にかけての建設が承認済みである。路線計画・施設計画においては、都市鉄道が将来的に建設されることを前提に策定されるべきである。

5.2.1 基本方針

BRT 事業の旅客需要は、将来的には都市鉄道 5 号線に転換することが期待されている。都市鉄道の供用開始後には、旅客競争する BRT 路線は廃線される可能性が高い。したがって、本 BRT 事業の路線計画ならびに施設計画においては、過度なシステムにならないよう計画することを基本方針とした。

越国には BRT の技術基準はない。

BRT の計画、設計については、国際的にも統一された規格や設計基準等はない現状であるが、APTA (American Public Transportation Association) の設計ガイドライン (Designing Bus Rapid Transit Running Ways) や、ITDP (Institute for Transportation & Development Policy) による BRT 標準 (The BRT Standard, 2014 Edition) が BRT 計画や設計に参照されている。

ITDP による BRT 標準では、独自に定めた基準による評点付けがされており (右欄参照)、総合点により金、銀、銅に評価されている。評価において採用されている“BRT が満たすべき条件”を次項に示す。

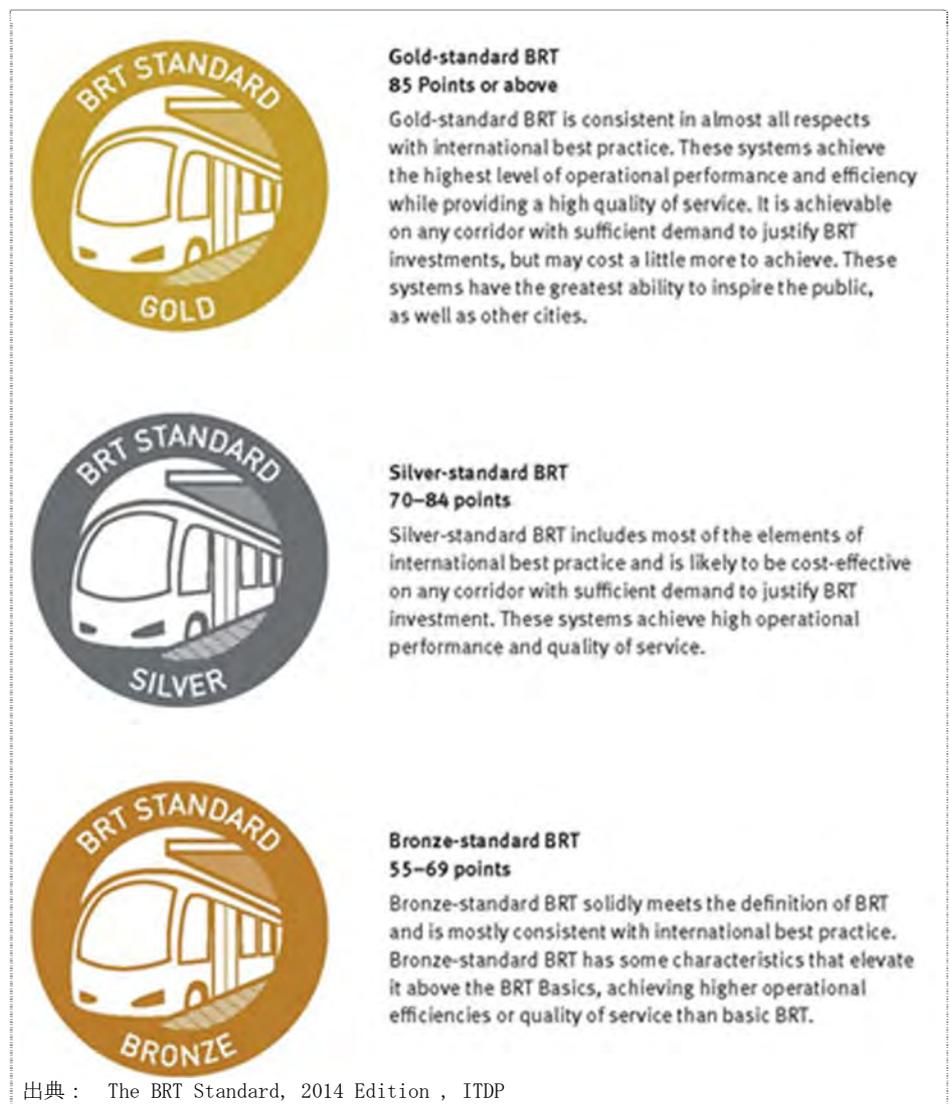


図 5.2.1 BRT 国際標準化への取り組み事例



出典： ITDP Web. Site (<https://www.itdp.org>)

“BRT Basics”要件（要件の適用度合いにより図 5.2.1 の格付けが付与される）：

- 1) 車道中央へのバス専用車線の配置（外側車線における駐停車や枝線からの分合流との軋轢を無くするために BRT 専用車線を車道中央寄りに設置する。）
- 2) 乗車前の料金収受（乗車に先立つ料金収受により乗車時間を短縮する。料金収受システムを機械化することで、更に時間短縮が図られ、料金収受漏れをなくす。）
- 3) 交差点におけるバス優先処理（一般車の左折の禁止やバス優先信号制御等により BRT のサービスレベル（定時性、速達性）を向上する。）
- 4) バス車両とバス停プラットフォームの段差解消（平坦化により乗降車時間を短縮する。また、身体障害者の乗降車を容易にする。）

出典： ITDP Web. Site に基づき JICA 調査団意識

図 5.2.2 ITDP が提案する“BRT Basics”概念

クリチバ BRT で有名なブラジル等、中南米国が主導する ITDP の基準をアジア諸国やハノイ市においてそのまま適用することは注意を要する。上図で例示されているような混雑の少ない道路においては、一般道路を 4 車線以下として BRT 専用車線を新設することも可能かもしれない。しかしながら、アジアのメガシティにおいて、しかも公共交通への転換を求められるような混雑道路においては、少なくとも現状の車線数を私的交通のために維持する必要があり、かつ用地収用を要する道路拡幅も困難なことから、安易な BRT 専用車線の新設はかえって交通渋滞を悪化させることとなりうる。

本調査で提案する BRT は、上記 ITDP の要件も参考とはしつつも、将来の都市鉄道への転換、BRT 廃線を考慮して、過度に高規格な BRT 施設とはしない方針とする。また、都市鉄道の供用開始により BRT が廃線となっても、建設・調達された BRT 施設が、一般の路線バスあるいは一般の道路交通（乗用車、バイク等）により引き続き有効に活用され得るような計画とする。

ハノイの Lang Ha Street 沿いに世銀支援で建設中の BRT 事業においては、当初計画していた専用車線が大部分の区間で適用困難となっている。これは専用車線化による一般道路の閉塞、渋滞が問題視されたことによる。

本調査においては、世銀 BRT 路線の教訓を踏まえて、BRT 施設が一般の交通に及ぼす影響を最小限にすることを第二の基本方針とする。

よって、路線計画・施設計画の基本方針は以下の3点である。これらを踏まえた上で、BRT システムのサービスレベルの最大化を目指す計画とする。

BRT 路線計画・施設計画の基本方針：

基本方針1：将来の都市鉄道への転換を見据えて、過度に高規格な施設は目指さない。

基本方針2：路線が廃線となっても施設が有効活用（転用）できうるよう計画する。

基本方針3：一般の交通に及ぼす影響が最小限となるよう計画する。

5.2.2 路線計画

本調査では第4章で選定した6つの代替路線（OPTION-1~OPTION-6）を検討する。

5.2.2.1 市街地区間

市街地区間の路線計画：

- ▶ OPTION-1, OPTION-2：既存中央分離帯（Van Cao~Tran Duy Hung Street 間）に BRT 専用車線、BRT 停留所を整備する。BRT 利用者のための歩道橋を整備する。
- ▶ OPTION-3：市街地区間がないので検討対象外。
- ▶ OPTION-4, OPTION-5：既存中央分離帯（環状道路3号線沿線）に BRT 専用車線、BRT 停留所を整備する。BRT 利用者のための地下歩道を整備する。
- ▶ OPTION-6：OPTION-2 と OPTION-5 の組み合わせ。既存中央分離帯（Van Cao~Tran Duy Hung Street 間）ならびに環状道路3号線沿線に BRT 専用車線、BRT 停留所を整備する。BRT 利用者のための歩道橋ならびに地下歩道を整備する。

BRT 路線のためにのみ新規道路建設や既存道路の拡幅を実施することは、大規模な用地取得、住民移転を伴うことから現実的でない。したがって、既存道路敷地内で BRT 走行車線を確保する必要があることから、十分な道路敷地を有する既存道路の中から BRT 路線は選定される。第4章で選定された路線は、いずれも6車線道路あるいは4車線+広幅員中央分離帯を有する道路である。

ハノイ市内において、既存車線の一部を BRT 専用車線に供することは、一般道路の道路容量を大幅に減ずることとなり渋滞を招く（5-8 項の表 5.2.1 にて混雑度を検証）。したがって、まずは中央分離帯用地を BRT 専用車線に供することを検討するのが妥当である。ITDP が提言している理想的な BRT 路線の要件としても中央車線の BRT 専用車線化があり、この車線配置によりサービスレベル（定時性、速達性）を向上できるとされている。

OPTION-1, OPTION-2 および OPTION-6 の路線の代表的な道路断面は幅員 17m の中央分離帯を備えている（図 5.2.3）。また、本路線の中央分離帯にはパーム木が植樹されている（図 5.2.4）。これらは世銀 BRT ルートの中央分離帯に植わっているマホガニー木のような大樹老木ではなく最近になって植えられたものである。



出典： JICA 調査団

図 5.2.3 道路断面の幅員現況



出典： JICA 調査団

図 5.2.4 中央分離帯の植樹現況（世銀ルートとの比較）

世銀 BRT ルートは大部分の区間で、樹木伐採は実施されず、中央分離帯を BRT 専用車線に供することはされていない。



(Bus Station and BRT Running Way)



(Passenger Access to Bus Station)

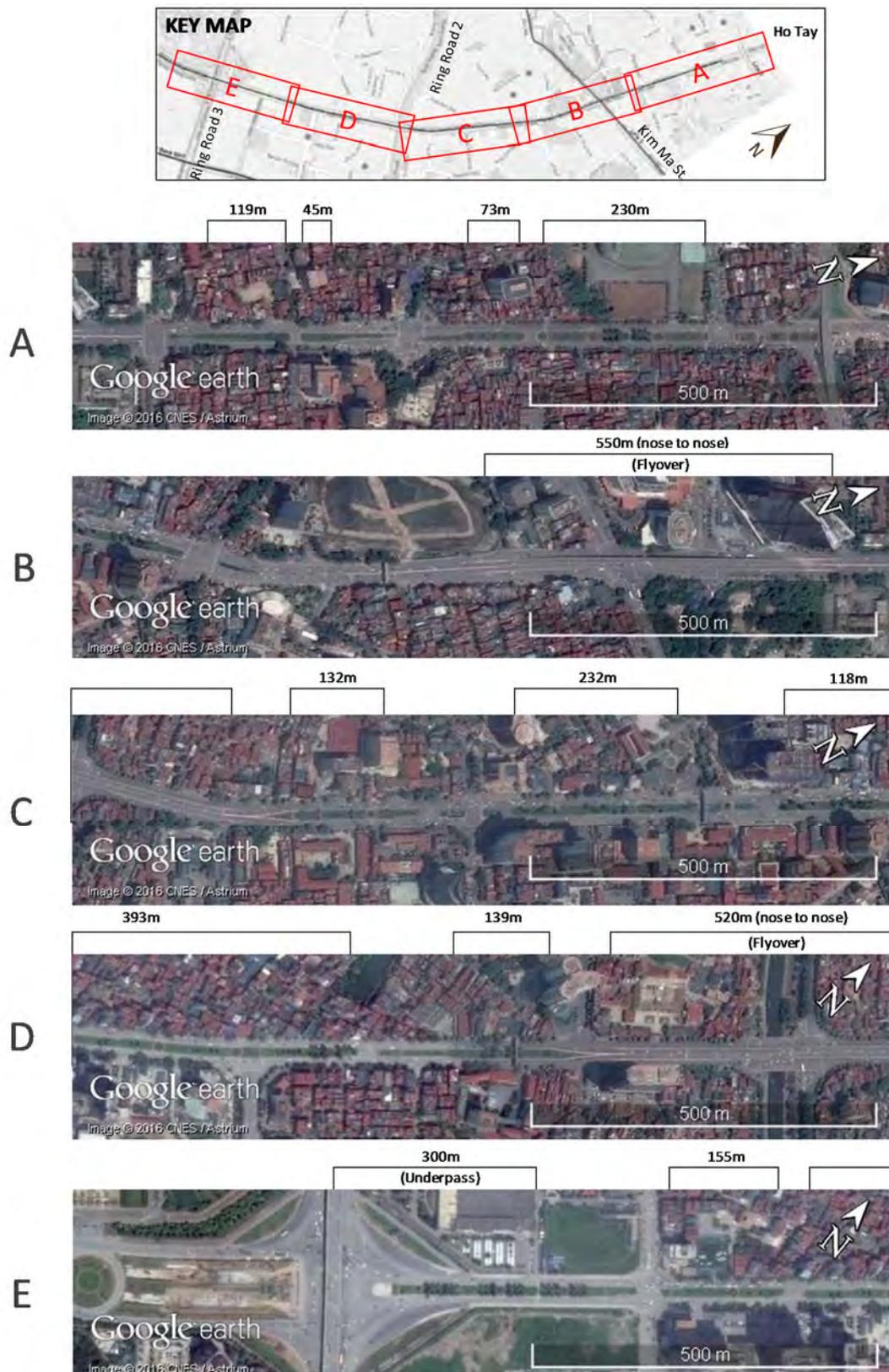
出典： JICA 調査団

図 5.2.5 世銀ルート of BRT 車線（混合交通）と BRT 停留所

OPTION-1, OPTION-2 および OPTION-6 の路線には、フライオーバー 2 橋とアンダーパス 1 箇所がある。これらの前後アプローチ区間は中央分離帯が絞られている。また、主要交差点においても左折専用レーンのために中央分離帯を絞っている。

次図に中央分離帯ならびに立体交差（フライオーバー、アンダーパス）の配置状況を取りまとめる。市街地区間 4.7km(100%) のうち、1,636m (35%) が 17m フル幅員の中央分離帯、1,370m (29%) が立体交差区間である。これらの区間を BRT が走行すると仮定した場合には 64%区間の一般道路上での混雑を回避することができる。

残りの 36%の区間は中央分離帯を設置できない区間、すなわち平面交差点である。平面交差点における BRT の通行はバス車両優先信号システム (PTPS) により優先権を付与する方針とする。



出典： JICA 調査団

図 5.2.6 市街地区間の道路概況

なお、仮に中央分離帯の利用が不可能となった場合を想定して、一般道路側の道路混雑度を現状（概ね往復 6 車線）のまま運用したケースと、BRT 用に往復 2 車線を供したケース（往復 4 車線に絞る）を簡易的に試算した結果を次表に示す。BRT 用に車線を供した場合には、2020 年の時点で大半の区間の交通量が道路容量を超過することとなる。

表 5.2.1 OPTION-1, OPTION-2, OPTION-6 路線上の将来混雑度試算

	道路名 (Ho Tay からの測距離)			
	Van Cao St. (0+500)	Liau Giai St. (1+500)	Nguyen Chi Thanh St. (2+500)	Tran Duy Hung St. (4+000)
交 通 量 (P C U / d a y)	45,000 (2020)	60,400 (2020)	63,700 (2020)	57,000 (2020)
	49,600 (2030)	62,900 (2030)	68,500 (2030)	63,300 (2030)
混 雑 度 (往復 6 車線の場合)	0.58 (2020)	0.78 (2020)	0.82 (2020)	0.74 (2020)
	0.64 (2030)	0.81 (2030)	0.89 (2030)	0.82 (2030)
混 雑 度 (往復 4 車線の場合)	0.87 (2020)	1.17 (2020)	1.24 (2020)	1.11 (2020)
	0.96 (2030)	1.22 (2030)	1.33 (2030)	1.23 (2030)

備考：PCU: Passenger Car Unit/乗用車換算値、ピーク率10%、重方向率50%と仮定
 想定交通容量：1,289 pcu/hr/lane
 =2,200（基本容量）×0.93（側方余裕）×0.70（沿道補正）×90%（調査団補正：日本→越国）
 出典：JICA 調査団

試算結果からは、BRT 専用車線（または BRT 優先車線）を一般道路の車線に設置すること（一般車線を往復 4 車線に絞ること）は、交通渋滞を大幅に悪化させる結果となり推奨されない。

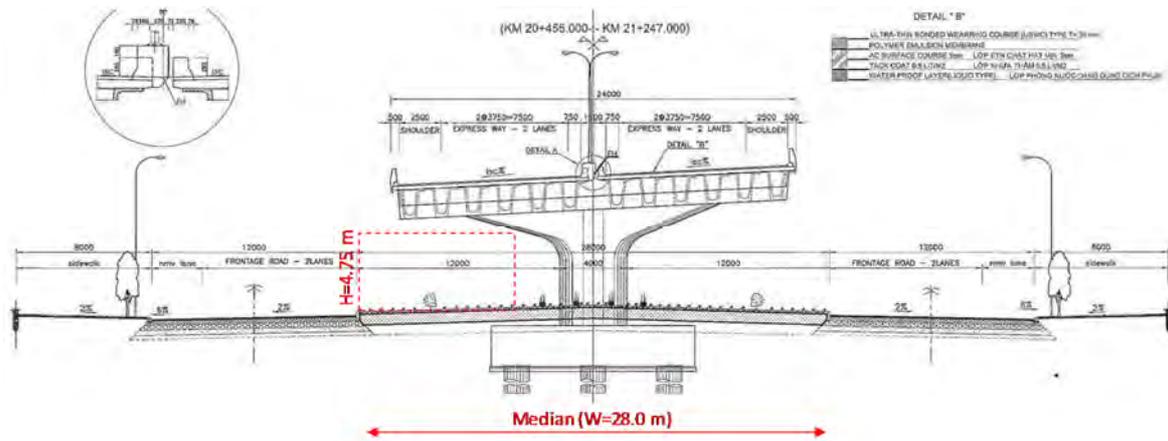
専用車線を設けずに、一般車両との混合車線とするならば、現在の路線バスと同様の運行形態であることから円借款等 ODA を活用する事業として実施するまでもない。既存の路線バスネットワークの路線再編での対応となろう。

したがって、OPTION-1, OPTION-2 および OPTION-6 の市街地区間（Van Cao St. ~ Tran Duy Hung St. 間）は、一般道路の車線数を減ることなく、中央分離帯への BRT 専用車線建設を提案することとする。都市鉄道の供用後に BRT 運用が廃止された場合には、建設された BRT 車線は一般道路として使用可能である。表 5.2.1 で試算されたように、2030 年においては一般道路の混雑度も 1.0 に近づいてくることから、往復 8 車線への拡幅も検討され始める時期となろう（表 5.1.1 は概略試算のため FS において交通量調査とマイクロシミュレーションで要照査）。

BRT 専用線の中央部分離帯への配置に伴って、BRT 停留所も中央分離帯に配置することとなる。BRT 利用者のアクセスのため歩道橋を設置することを提案する。対象道路は交通量の多い幹線道路であることから、横断歩道での対応は避ける。OPTION-1, OPTION-2 および OPTION-6 に対する上記の提案は、5.2.1 節で述べた基本方針 2 と 3 に合致する。

OPTION-3 については市街地区間は存在しないので検討対象外である。

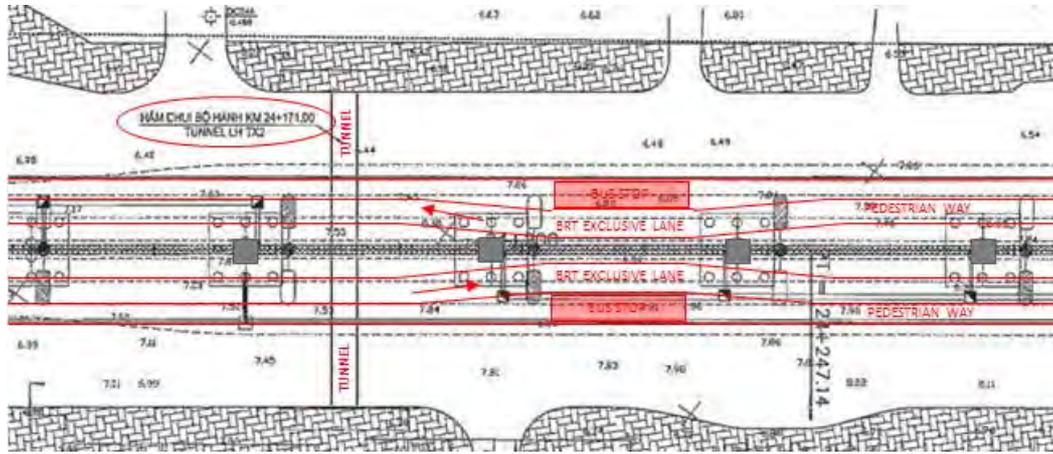
OPTION-4, OPTION-5 および OPTION-6 で提案された路線（環状道路 3 号線沿い）も広幅員の中央分離帯を備えている。同中央分離帯には高架橋梁（環状道路 3 号線）の橋脚が設置されている（図 5.2.7 参照）。高架道路桁下の建築限界高は 4.75m 以上確保されており、バス車両の桁下走行は可能である。



出典： PMU Thang Long, MOT

図 5.2.7 環状道路 3 号線の建築限界

中央分離帯の幅員も 28m 確保されている。BRT 専用車線ならびに BRT 停留所を配置する十分な空間がある。5.2 節の車両計画でも述べるが、本事業で調達する BRT 車両は、ハノイ市内で運行中のバスと同様の“右側ドア”車両を想定している。右側ドア車両の BRT 停留所を環状道路 3 号線の高架下配置する際の施設配置案を以下に示す。



備考：BRT 停留所のアイランドの長手方向延長は接続バスを考慮して 23m、前後の加減速車線長は道路構造令を参考に 25m で設定。

出典： 調査団 (Base Drawing from PMU Thang Long, MOT)

図 5.2.8 環状道路 3 号線の高架下の BRT 施設レイアウト例

表 5.2.2 に OPTION-4, OPTION-5 および OPTION-6 の一般道路における混雑度の簡易試算結果を示す。仮に既存の一般車線（往復 4 車線＋自転車道）のうち往復 2 車線を BRT に供したケースでは、一般車線は往復 2 車線となる。下表に示すように 2020 年の時点で道路容量の 2 倍弱もの交通量を処理することができない。したがって、一般車線の一部を BRT 専用車線やピーク時間の優先車線に供することは避けるべきである。

広幅員の中央分離帯（17m と 28m）を利用することで、いずれの案も BRT 施設工事中の現道交通への影響を抑えることができる。

表 5.2.2 OPTION-4, OPTION-5, OPTION-6 路線上の将来混雑度試算

	Duong Pham Hung (OPTION-5, 6)	Khat Duy Tien (OPTION-4, 5, 6)
交通量 (PCU / d a y)	53,900 (2020) 78,100 (2030)	51,300 (2020) 74,800 (2030)
混雑度 (往復 4 車線 の 場 合)	1.05 (2020) 1.51 (2030)	0.99 (2020) 1.45 (2030)
混雑度 (往復 2 車線 の 場 合)	2.09 (2020) 3.03 (2030)	1.99 (2020) 2.90 (2030)
混雑度 (往復 6 車線 の 場 合)	0.70 (2020) 1.01 (2030)	0.66 (2020) 0.97 (2030)

備考：PCU: Passenger Car Unit/乗用車換算値、ピーク率 10%、重方向率 50%と仮定
 想定交通容量：1,289 pcu/hr/lane
 =2,200（基本容量）×0.93（側方余裕）×0.70（沿道補正）×90%（調査団補正：日本→越
 国）

出典： JICA 調査団

中央分離帯を利用して一般車線を拡幅（+往復 2 車線）し、歩道寄りの外側車線（往復 2 車線）を BRT 専用車線に割り替えることも考えられる。しかしながら、現在の高架環状道路のオンオフランプ（ハーフダイヤモンド型式）との位置関係ならびに歩道寄りの自転車道（図 5.2.6 の標準断面図では NMV Lane：Non-motorized Vehicle とされているが、運用上はバイク車線）を走行する 2 輪車交通との軋轢から、BRT 車線の歩道側への設置は推奨されない。

よって、本調査では BRT 車線を既存中央分離帯に建設することを提案する。

表 5.2.2 に示すように、一般道路（往復 4 車線）は 2020 年（混雑度 0.99-1.05）から 2030 年（混雑度 1.45-1.51）の間に道路容量の飽和を迎えることから拡幅を検討することとなる。上述のように、中央分離帯の拡幅は現実的ではないことから、歩道側（現状の幅員は 8m）に拡幅されると考えられる。既存中央分離帯に BRT 専用車線と BRT 停留所を建設する場合、道路外側の歩道との接続は平面横断歩道または、図 5.2.7 に示した暗渠歩道となる。跨道歩道橋は桁下クリアランス（4.75m）が確保できないことから設置困難である（図 5.2.9 参照）。



出典： JICA 調査団

図 5.2.9 歩道橋の建築限界

上記検討結果より、OPTION-4, OPTION-5 および OPTION-6 の市街地区間（環状道路 3 号線沿い）は一般道路の車線数を減ずることなく中央分離帯への BRT 専用車線建設を提案することとする。同時に、BRT 停留所も中央分離帯に建設することとなる。BRT 利用者のアクセスのため暗渠歩道の設置を提案する。

市街地区間においては、都市鉄道 5 号線が地下構造（シールドトンネル）で計画されている。したがって、市街地区間において提案する BRT 施設（BRT 専用線、BRT 停留所）は都市鉄道への転換（工事中ならびに共用開始後）に際しての影響は限定的である。都市鉄道駅舎区間については開削工事で実施される場合には、一般道路同様に部分撤去が必要となろう。また、本調査で提案する BRT 車両は後述するように右ドア仕様である。したがって、都市鉄道開通後に BRT 路線が廃止になったとしても BRT 車両は一般路線バスとして利活用ができる。仮に BRT 路線が廃止となった場合には、BRT 専用線は一般路線バスまたは一般道路の一部として利用することが考えられ、一般道路の交通量提言、渋滞緩和にも寄与することが期待できる。

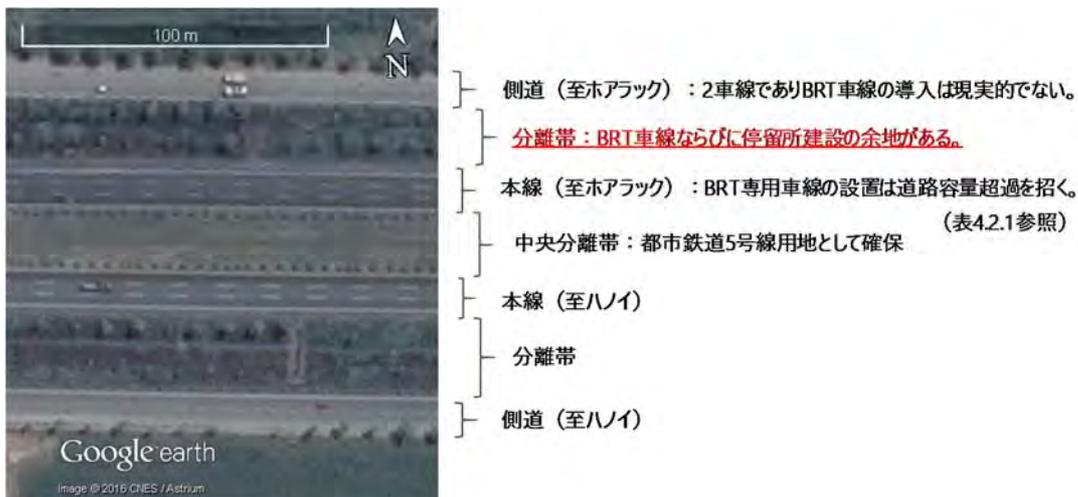
5.2.2.2 郊外区間（タンロン高速道路内）

郊外区間の路線計画：

- OPTION-1, OPTION-5：タンロン高速道路を拡幅することで BRT 専用車線を設置する。BRT 停留所は分離式を低速車線側に設置する。上下線の BRT 停留所を接続する歩道橋を設置する。
- 上記以外：拡幅等の大規模インフラは整備せずに既存車線内で高速バス運行する。BRT 停留所は分離式を低速車線側に設置する。上下線の BRT 停留所を接続する歩道橋を設置する。
- 既存インターチェンジ：ホアラク工業団地のアクセスに供されている IC のオンランプの廃止。

第 4 章で述べたように、タンロン高速道路に BRT 専用車線を拡幅設置する案（OPTION-1, OPTION-5）と BRT 専用車線を設置しない案（OPTION-1, OPTION-5 以外）について検討する。

タンロン高速道路の既存車線の一部を BRT 専用線として供することは、将来交通量の推計から実施すべきでない（表 4.2.1 参照）。タンロン高速道路の中央分離帯は都市鉄道用地に確保されている。

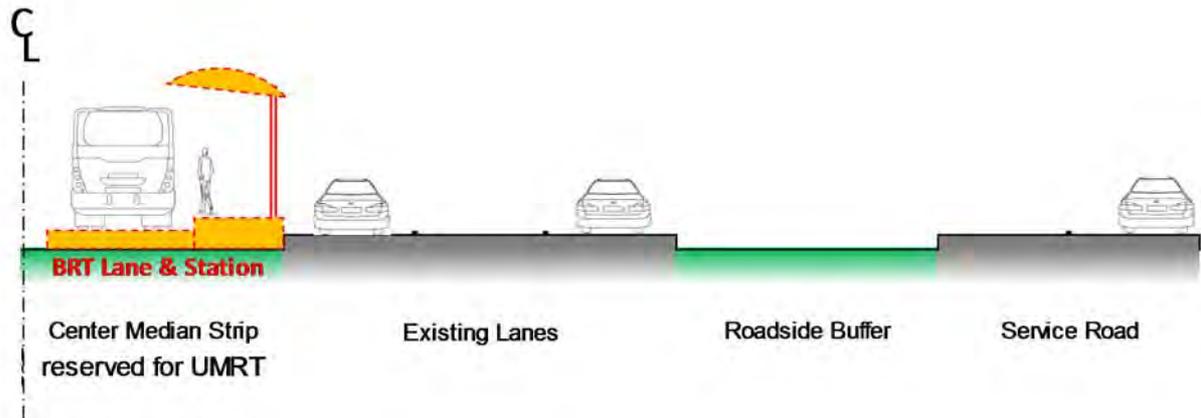


出典： Google earth をベースに JICA 調査団作成

図 5.2.10 タンロン高速道路の断面現況

5.2.1 節で引用している ITDP による『BRT Basic』によると、BRT として本来あるべき姿は中央分離帯側に BRT 専用車線を供することである。新規道路拡幅工事であることから工事規模は大きくなる。また、都市鉄道 5 号線が中央分離帯に建設さえる際には BRT 専用車線ならびに停留所は撤去しなければならない。

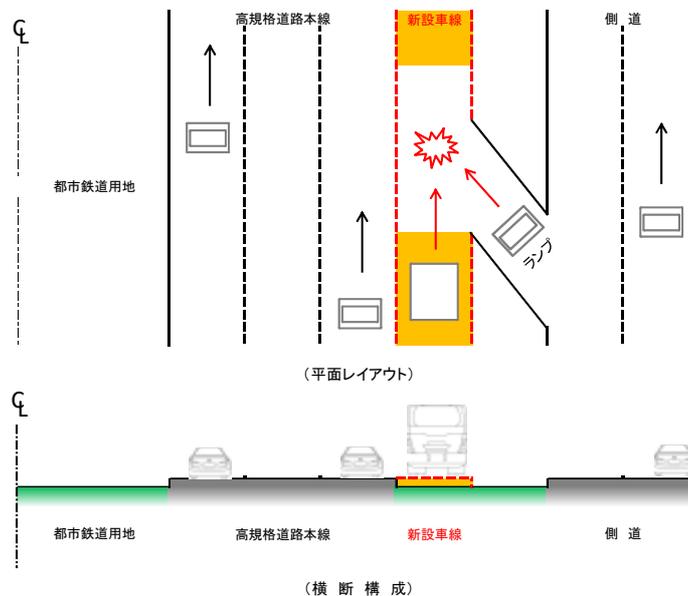
BRT 専用車線を中央分離帯に建設する案は、質の高い BRT サービスレベルが期待できるものの事業規模が大きくなるので基本方針 1 には合致しない。また、将来的に撤去されることから基本方針 2 にも合致しない。



出典： JICA 調査団

図 5.2.11 高速道路中央分離帯への BRT 専用線の建設

BRT 専用車線を低速車線側（側道側）に設置する案については、インターチェンジ区間の分合流部において一般車両との交錯が避けられない。

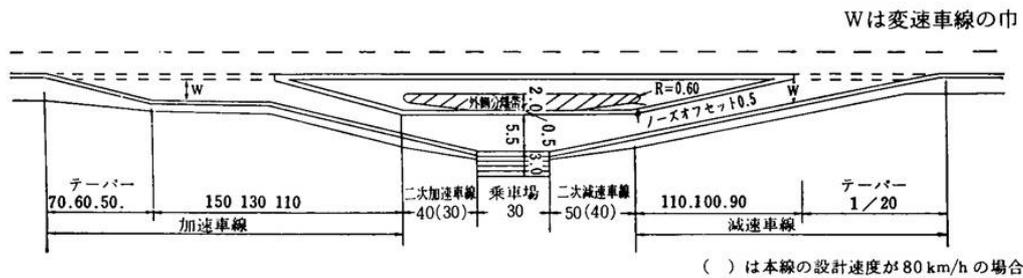


出典： JICA 調査団

図 5.2.12 専用車線の設置例

他方、BRT 専用車線を設置しない場合は、一般交通との混合交通となる。いわゆる中長距離バスで多く運用されている高速バス形態での運用である。第 4 章の表 4.2.1 で試算されたように、6 車線での混雑度は 0.77 と余裕がある。高速バス運用案は、5.2.1 節で述べた基本方針 1 に沿った計画である。

タンロン高速道路は、走行速度が高く、バスの停留により、交通流の混乱と、それに伴う事故発生のおそれが予想されることから、本線から分離したバスストップを設置する必要がある。バスストップは低速車線側、すなわち側道との分離帯に建設することとする。また、本線交通流を阻害しないように円滑な分合流がはかれるよう、加速車線、減速車線を設置することとする。



出典： NEXCO 設計要領第 4 集バスストップ幾何構造設計要領，NEXCO 総研

図 5.2.13 バスストップの設置例

BRT 専用車線を設置する案、設置しない案ともに、上下線の BRT 停留所をタンロン高速道路を跨いで接続する跨道歩道橋を設置する。歩道橋は、都市鉄道 5 号線の供用後も駅へのアクセス路として活用することができる。歩道橋の設置は、5.2.1 節で述べた基本方針 2 に沿った計画である。

郊外区間においては、都市鉄道 5 号線はタンロン高速道路の中央分離帯に平面および高架構造で計画されている。郊外区間において提案する BRT 施設はタンロン高速道路の中央分離帯ではなく、タンロン高速道路と側道との間の緩衝帯に計画している。したがって、都市鉄道への転換（工事中ならびに共用開始後）に際しての影響は限定的である。仮に BRT 路線が廃止となった場合には、BRT 専用線（OPTION-1）は一般車線として利用することが考えられ、OPTION-1、OPTION-3 以外の BRT 停留所（緩衝帯に設置）についても高速バスの停留所として利用することが可能である。

5.2.3 交差点施設

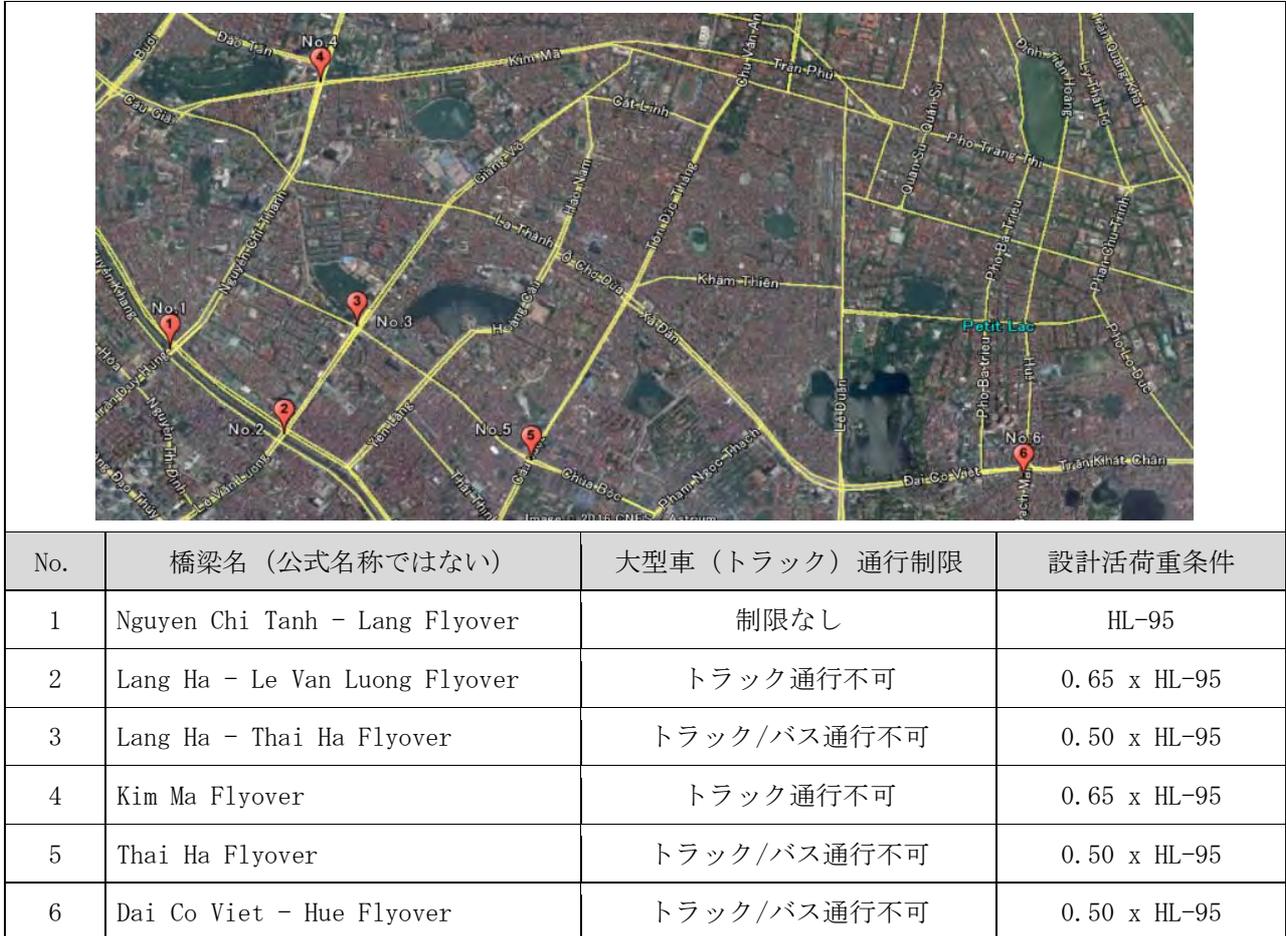
交差点施設計画：

- 速達性向上のため、既存フライオーバーを有効に利用する。
- 新規フライオーバー建設は事業に含めない。
- 平面交差点は BRT のサービスレベル向上のために BRT 優先策を導入する。
- ホアラック工業団地のアクセスインターチェンジの改良が必要。

調査対象路線における主要交差点の形式は信号制御の平面交差と立体交差（フライオーバー）である。また、その他の道路交差用の施設として、タンロン高速道路の既存インターチェンジがある。

5.2.3.1 フライオーバー

以下に調査対象路線周辺の主なフライオーバーと設計荷重条件を整理する。



出典： JICA 調査団

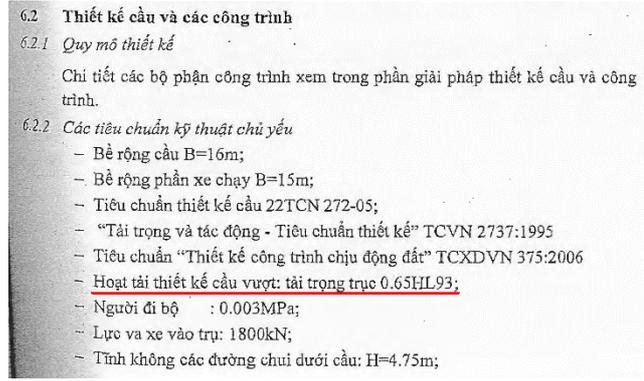
図 5.2.14 ハノイ市内のフライオーバーと大型車通行制限

対象路線沿線のフライオーバーは2橋である。このうち、Nguyen Chi Tanh - Lang フライオーバーは設計荷重条件 HL-95 で設計されている。荷重制限はなく、トラックやバス等の大型車が通行可能である。BRT 車両が本橋を走行することにより、2箇所の平面交差点での混雑を回避することができる。

Kim Ma フライオーバーは設計荷重条件 HL-95 の 65%で設計されたことがハノイ市道路局（HDOT）から借用した詳細設計報告書より判明した。実際の規制標識においてもバスの通行は許容しているもののトラックの走行は禁止している。



(Sign Board on Kim Ma Flyover)

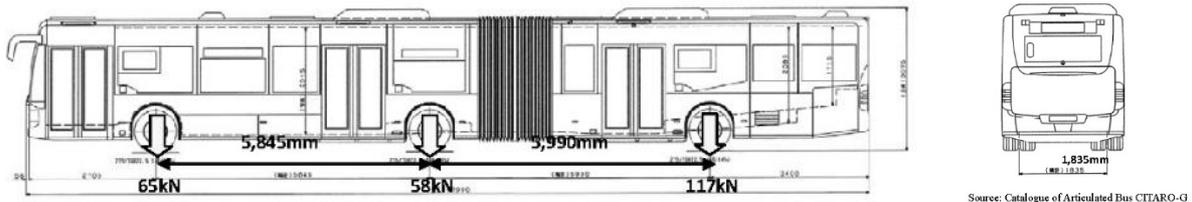


(Design Report of Kim Ma Flyover)

出典： JICA 調査団, Design Report borrowed from HDOT, HPC

図 5.2.15 Kim Ma フライオーバーの現況

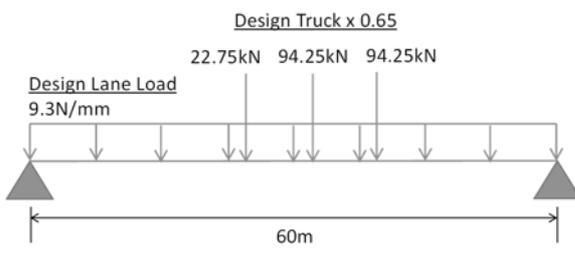
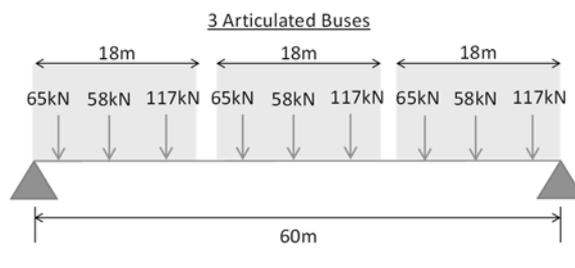
Kim Ma フライオーバーは 2 箇所の非常に混雑する平面交差点を跨ぐ立体交差構造物である。したがって、本橋を BRT 車両が通行できるかどうかは BRT の運行上の重要な検討項目である。上述したように、一般のバス車両は現状にて通行可能である。しかしながら、大型の BRT 専用車両、すなわち接続バスの通行が可能かどうか、概略検討を実施しておく。



出典： Catalogue of Articulated Bus, CITARO-G, Mercedes Benz

図 5.2.16 連節バスの輪荷重設定

越国の橋梁荷重条件 TL-95 に 65%を乗じた荷重条件での合計設計活荷重と連節バス活荷重を載荷した場合の計算結果を次図に示す。連節バスの活荷重 (720kN) は Kim Ma フライオーバーの設計活荷重 (769.25kN) を下回っている。したがって、設計 Kim Ma フライオーバーへの連節バスの通行は技術的に許容可能である。

A) 設計活荷重	B) 連節バス活荷重
	
<p><u>Total Load:</u></p> <p>Design Truck : 22.75 + 94.25 + 94.25 = 211.25kN</p> <p>Design Lane Load : 9.3 x 60,000 = 558kN</p> <p>Total : 211.25 + 558 = <u>769.25kN</u></p>	<p><u>Total Load:</u></p> <p>Load by 1 Bus : 65 + 58 + 117 = 240kN</p> <p>Number of Buses : 3 Buses</p> <p>Total : 240 x 3 = <u>720.00kN</u></p>

出典： JICA 調査団

図 5.2.17 連節バスの輪荷重設定

なお、ハノイ市内のフライオーバーに大型車荷重条件 0.65 x TL-95 を適用する例が多いことにつき、越国設計基準 22 TCN272-05, Section 3 は、以下を言及している。

"...the HL-93 loading is excessively onerous for small bridges on narrow, rural roads in Vietnam (Class IV and below), where it is physically difficult or impossible for large trucks to travel. Accordingly, the option has been included in the new Specification for the Owner to specify a lower truck and tandem axle load - either 50% or 65% of the basic value"

(意訳：大型車が通行することのない道路種別 Class IV 以下の小橋梁への HL-93 荷重の適用は過大設計となりがちである。したがって、実施機関が大型車の荷重条件に 50%または 65%を乗ずる新たな選択肢を加える。)

ハノイ市内の大型トラックの通行は規制されていることから、上記の採用は技術的のみならず経済的にも合理的でといえよう。

OPTION-1, OPTION-2 の路線にある 2 橋のフライオーバーはともに大型の BRT 車両（連節バス）の通行を許容する。したがって、平面交差点での混雑を避けてバスのサービスレベル（定時性、速達性）を向上させるために、これらの既存フライオーバーを極力活用するような運行計画とする。既存インフラの有効活用は、5.2.1 節で述べた基本方針 1 に沿った計画である。

5.2.3.2 信号制御平面交差点

信号制御されている主要平面交差点の運用については、5.5 節『交通管理計画の検討』にて詳述する。

計画されている都市鉄道は地下シールド構造となっている。既存のフライオーバーの杭基礎、アンダーパス区間を避けて地下駅舎が建設されることとなる。新たなフライオーバーを建設することは駅舎の建設を困難とする。5.2.1 節で述べた路線計画・施設計画の基本方針 1 にしたがって、平面交差点の立体交差化は本 BRT 事業では提案しない。

5.2.3.3 その他 (インターチェンジ)

本 BRT 路線の終点にはクローバーリーフ型式のインターチェンジ (IC) がある。更に、同 IC の手前にはホアラック工業団地 (HHTC) 用のアクセス IC (オン/オフランプ) が近接配置されている。下図に示すように、ホアラック工業団地からのオンランプ (図中 ON-1) とクローバーリーフ IC のオフランプ (図中 OFF) のノーズ間距離は 442m しか確保されていない (通常この程度の IC では少なくとも 600m 以上は必要となる)。将来に交通量が増大した際には織り込み現象 (ウィービング現象) により、事故多発地点となることが予見される。

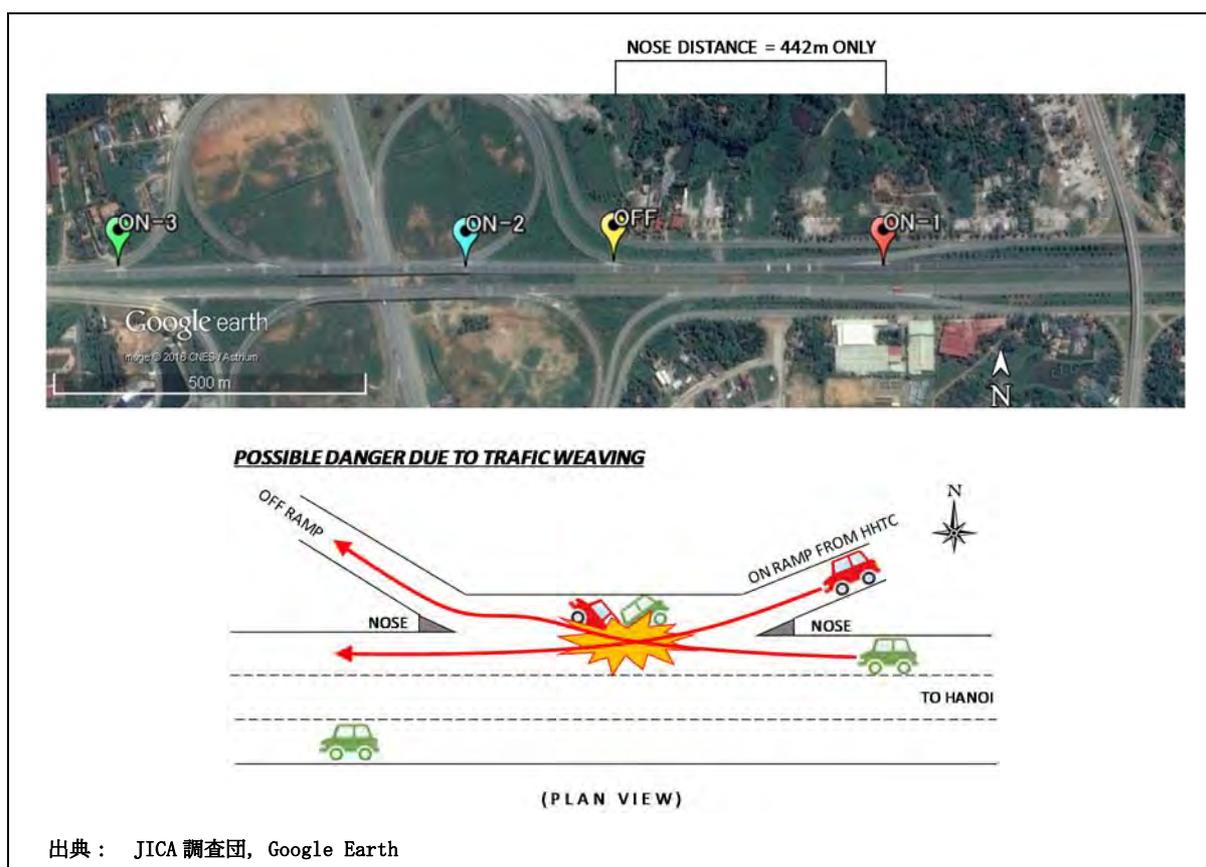


図 5.2.18 Hoa Lac インターチェンジでの織り込み現象のリスク

この解決法は、オンランプ (図中 ON-1) を閉鎖することである。ホアラック工業団地から西に向かう高速道路利用車は図中の ON-2 もしくは ON-3 を利用できる。

5.2.4 BRT 停留所施設の計画

停留所施設の計画：

- 都市鉄道 5 号線の駅位置を基準として BRT 停留所を設置することで、将来の鉄道駅周辺の開発を促進する。
- 都市鉄道駅の間隔が広い区間については、既存集落等の周辺に補完駅を設置する。
- BRT 車両は右ドア車両を前提とした停留所型式とする。

5.2.4.1 BRT 停留所レイアウト

OPTION-1, OPTION-2 および OPTION-6 の路線 (Van Cao~Tran Duy Hung St. 間) における一般の路線バスの停留所の数は 11 箇所である。したがって、平均停留所間隔は 4,700m/11 箇所=427m である。加減速および乗降時間により停留所の数が多くなればなるほど運行時間は長くなる。

一般の路線バス以上のサービスレベルが求められる BRT においては、停留所間隔は路線バスより長いことが一般的である。世銀の BRT ルートは、延長 14,348m に対して 21 停留所が予定されている。したがって、平均バス停留距離は 14,348m/21 箇所=683m である。世銀ルートの間隔は路線バスに近く比較的密な配置といえる。

本 BRT 事業は将来の都市鉄道 5 号線への需要発起と転換を期待されるものである。したがって、同都市鉄道で計画されている鉄道駅の位置をベースに停留所の位置を検討する。このことは、BRT 事業で建設される施設 (例えば停留所アクセスのための歩道橋等) が都市鉄道駅においても引き続き利用することを可能とする。5.2.1 で述べた基本方針 2 に沿う計画である。都市鉄道 5 号線の駅間隔は平均約 1,200m である (5.3 節の平面図参照)。

なお、NACTO (National Association of City Transportation Officials) による BRT 設計ガイドラインにおいては、平均的な BRT 停留所間隔として 0.75 マイル (=1,200m) を紹介している。

表 5.2.3 市街地区間の BRT 停留所レイアウト

(Unit : m)

	BRT Stations in Urban Area				
	BS-1	BS-2	BS-3	BS-4	BS-5
Distance	0+100	1+200	2+400	3+900	4+700
MRT Station	Ho Tay	Kim Ma	Lang Trung	Trung Kinh	Trung Hoa
MRT Station Distance	0	1,100	1,200	1,500	800
BRT Station Distance	0	1,100	1,200	1,500	800

出典：JICA 調査団

タンロン高速道路沿線の郊外部は都市開発が進みつつあるが、現時点では大量公共交通に対する大きな需要は期待できない。都市鉄道 5 号線の事業化確認調査 (FS) においても、経済的には良好な指標が算定されたものの、財務的には事業としての実施が保留された。沿線の都市開発が進んでいない、すなわち、需要が見込めなかったことによる。本 BRT 計画は将来の都市鉄道の需要喚起、沿線開発の促進を期待されている。したがって、将来の都市鉄道駅の位置をベースに停留所位置を検討した。

都市鉄道 5 号線の駅と同じ位置を BRT 駅と設定することで、BRT による公共交通需要喚起と駅周辺の開発が促進される。また、BRT 事業により歩道橋（または地下歩道）が建設されるが、これら施設は将来の MRT 駅にも必要であることから継続活用できる可能性をもたせる。

都市鉄道の駅間距離が長い 2 区間（Song Phuong – Quoc Oai 間、West Quoc Oai – Hoa Lac 間）については、両駅間で住宅開発等が進行中であったり、既存集落がある地区に BRT 停留所を追加している。

また、ホアラック工業団地およびベトナム国立大学地区においては、市街地同様に概ね 1,200m 間隔で BRT 停留所を配置している。

表 5.2.4 郊外区間の停留所レイアウト

(Unit : m)

BRT Stations in Suburban Area								
	BS-6	BS-7	BS-8	BS-9	BS-10	BS-11	BS-12	BS-13
Distance	6+400	8+600	10+500	11+800	13+600	14+600	17+600	20+500
MRT Station	Me Tri	Giao Quang	Tay Mo	An Tho	An Khanh	Song Phuong	na	Quoc Oai
MRT Station Distance	1,700	2,200	1,900	1,300	1,800	1,000	na	5,900
BRT Station Distance	1,700	2,200	1,900	1,300	1,800	1,000	3,000	2,900

BRT Stations in Suburban Area				BRT Stations in HHTP & VNU Area				
	BS-14	BS-15	BS-16	BS-17	BS-18	BS-19	BS-20	BS-21
Distance	23+700	27+700	31+800	34+000	35+000	36+100	37+400	38+700
MRT Station	West Quoc Oai	na	Hoa Lac	na	na	na	na	na
MRT Station Distance	3,200	na	8,100					
BRT Station Distance	3,200	4,000	4,100	2,200	1,000	1,100	1,300	1,300

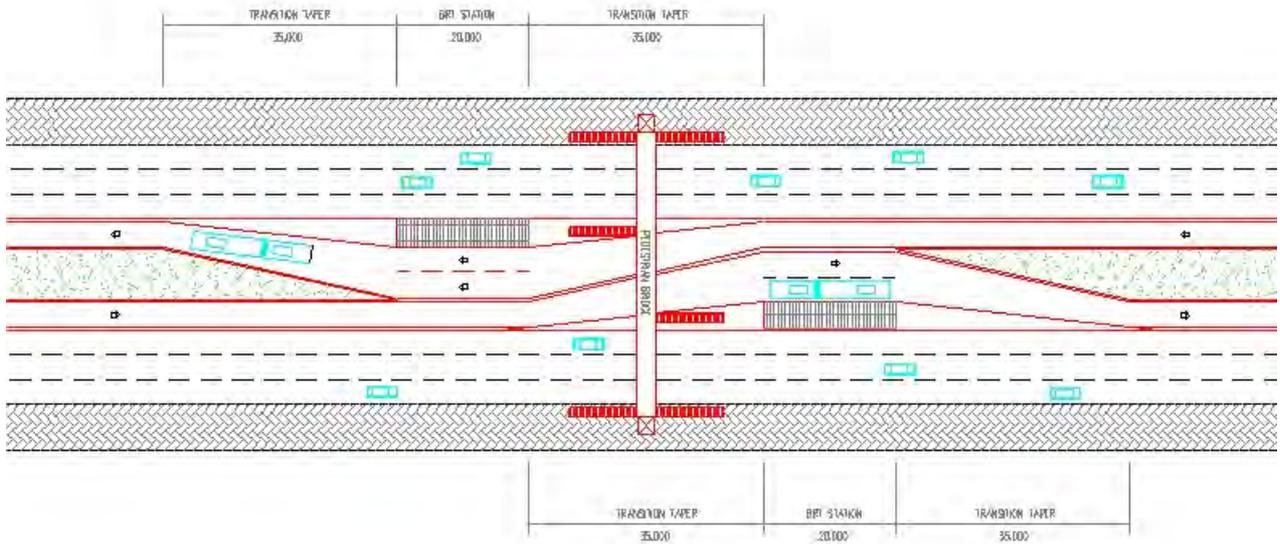
出典：JICA 調査団

5.2.4.2 停留所型式（及びアクセス施設）

本 BRT 計画で提案する車両は右ドアである。これは、5.2.1 節で述べた計画の基本方針 1、2 に沿ったものであり、都市鉄道の供用開始により BRT 路線が閉鎖された後でも、車両は一般路線バスのルートで継続使用が可能である。世銀ルートバスは高床かつ左ドアであり流用性が低い。

したがって、市街地区間で計画している中央分離帯停留所は、次図のような右ドア車両を設計車両とした型式となる。

- ・ 進入車線長、退出車線長は、ベトナム国基準の内で最も規格の高い Main Urban Road の値を適用した。
- ・ 停留車線長は、連節バス全長 18m が 1 台が停車できる長さとした。
- ・ 停留車線幅は、進入・退出速度が充分小さいものであることを考慮して 3.0m とした。
- ・ BRT の中央分離帯幅は、側帯幅 0.25m(停車線側は無し)、分離帯幅 0.25m の計 0.50m とした。
- ・ 停留所・乗降場幅員は、4.25m (縁石 0.25m、舗装部 4.00m) とし、標準の道路定規全幅(40.50m)の中で最大限確保できる幅とした。
- ・ バス利用者の停留所へのアクセスにおいて安全確保のため、エレベーター付き横断歩道橋を設置する。また、近隣住民の道路両側地域のアクセス改善としても効果がある。



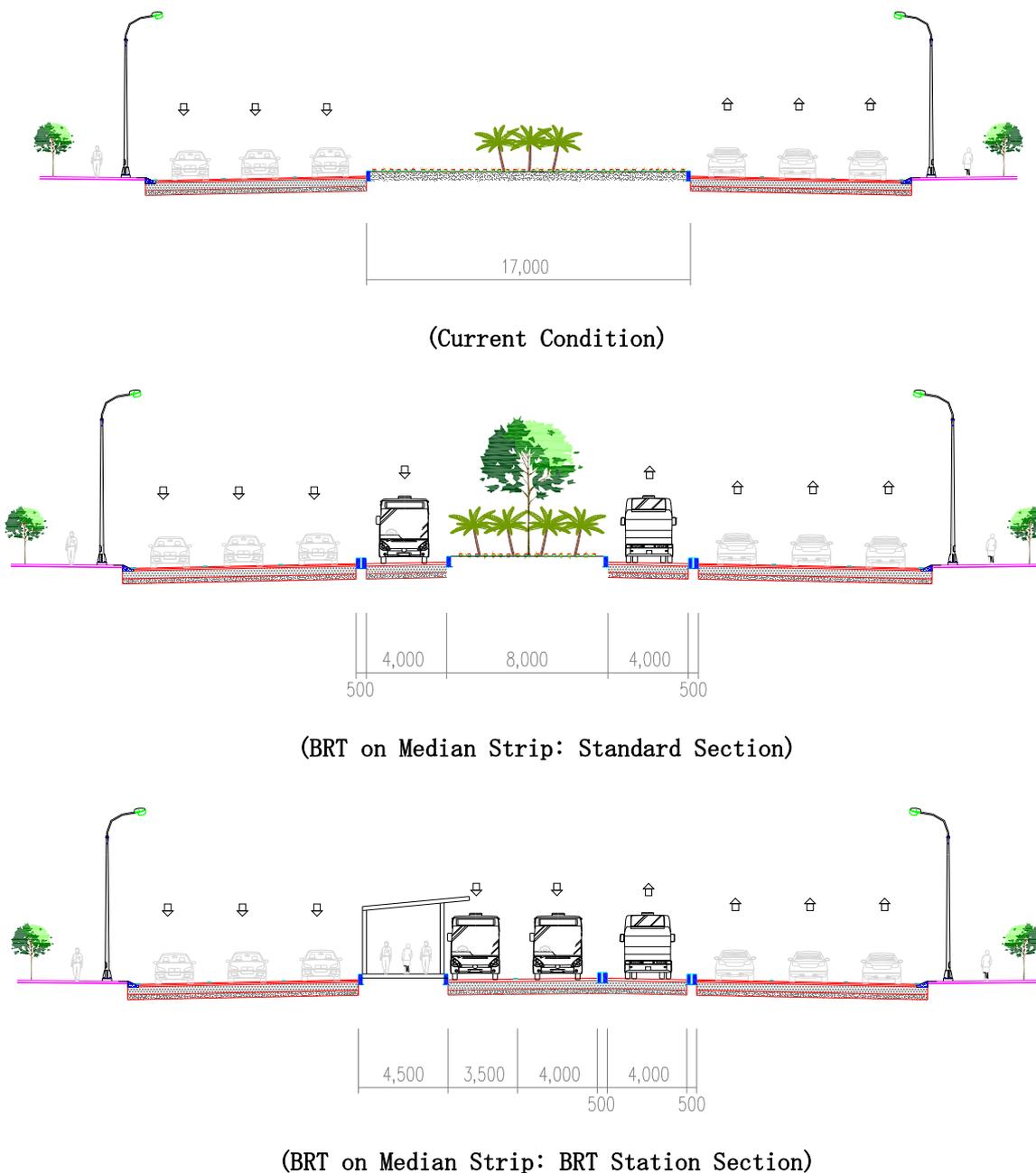
出典：JICA 調査団

図 5.2.19 市街地区間の停留所型式

郊外区間については、5.2.2.2 節で述べたとおり、本線から分離したピット型式の停留所とする。走行速度の高い本線との分合流を考慮した加減速車線を適切に設計しなければならない。

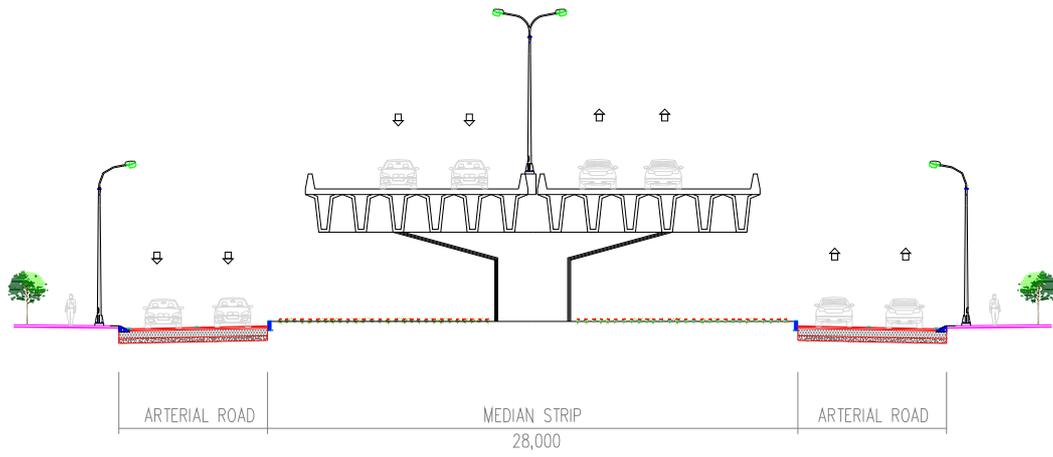
5.2.5 概略横断面図および概略平面図

市街地区間 (Van Cao St.~Tran Duy Hung St.間)、市街地区間 (環状道路 3 号線沿い)、郊外区間の代表的な断面図を示す。

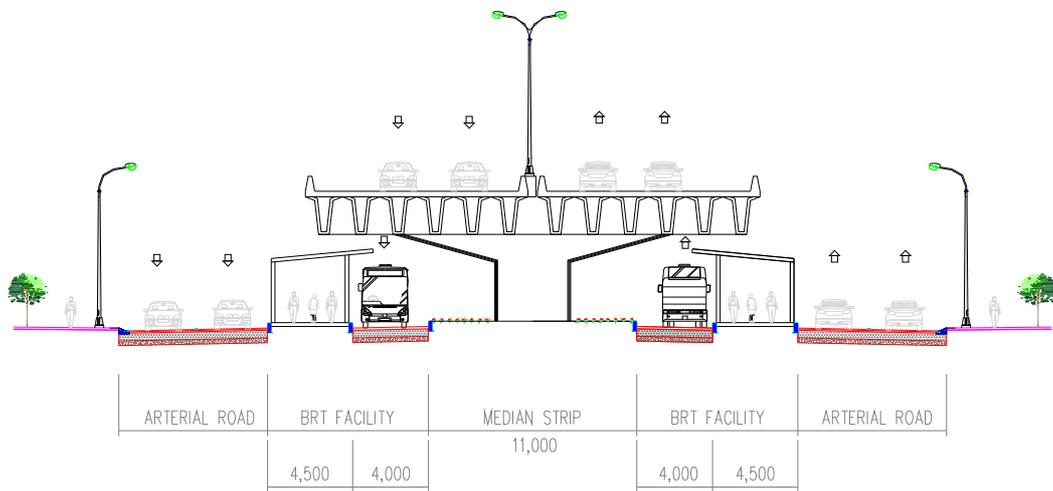


出典：JICA 調査団

図 5.2.20 市街地区間 (Van Cao St.~Tran Duy Hung St.間) の断面図



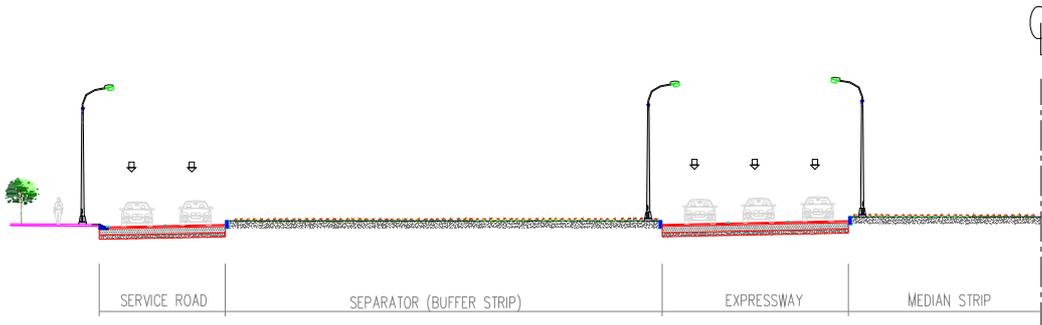
(Current Condition)



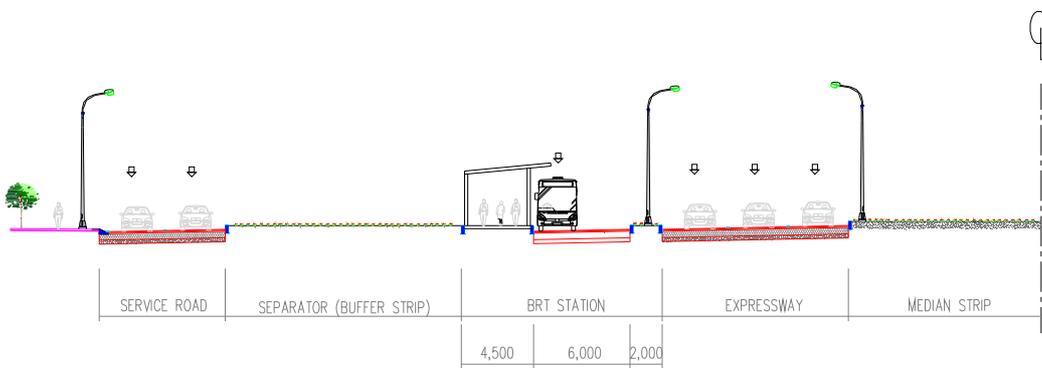
(BRT on Median Strip: BRT Station Section)

出典：JICA 調査団

図 5.2.21 市街地区間（環状道路 3 号線沿い）の断面図



(Current Condition)



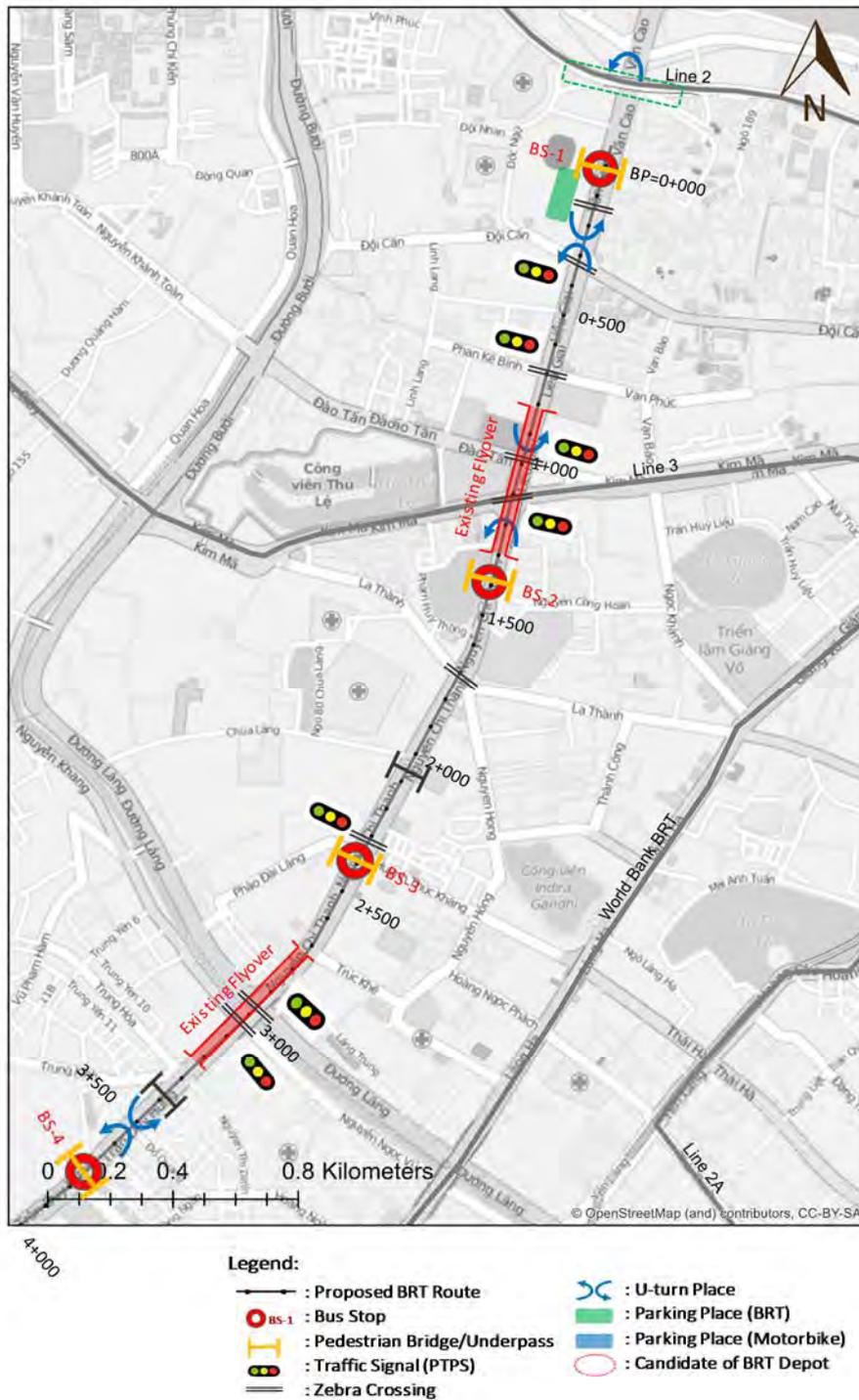
(BRT Station on Buffer Strip)

出典：JICA 調査団

図 5.2.22 郊外区間（タンロン高速道路）の断面図

BRT 施設の平面配置図を下図に示す。

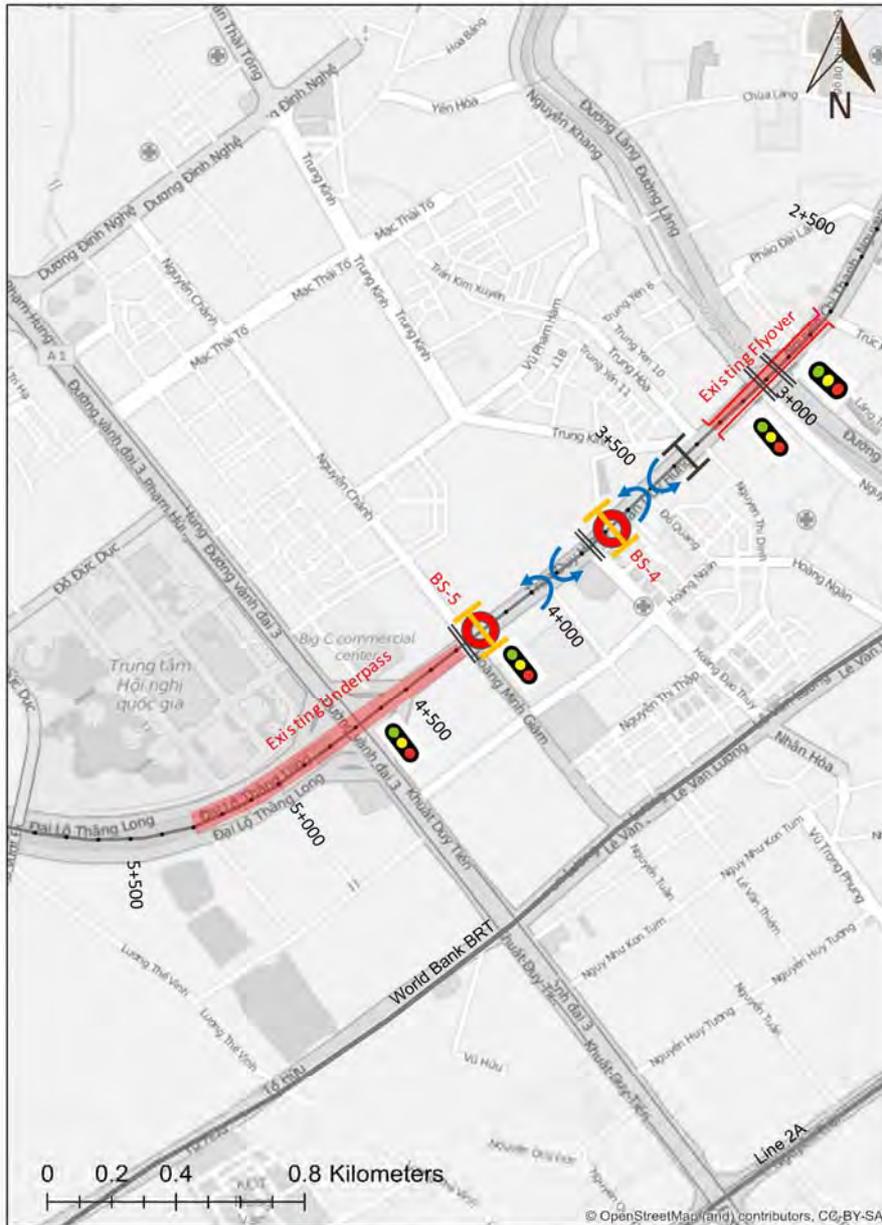
(HO TAY - HOALAC ROUTE)



出典：JICA 調査団

図 5.2.23 平面配置図 (1/9)

(HO TAY - HOALAC ROUTE)



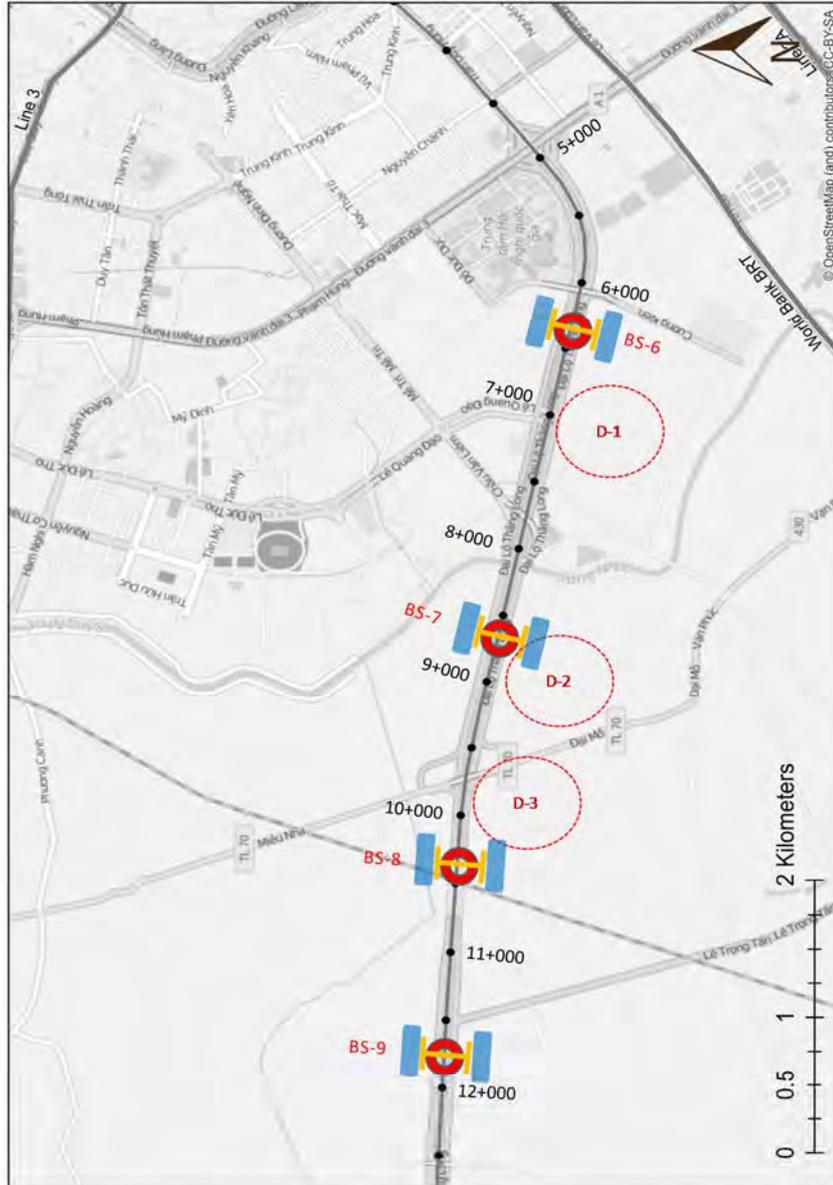
Legend:

- : Proposed BRT Route
- BS-1 : Bus Stop
- H : Pedestrian Bridge/Underpass
- : Traffic Signal (PTPS)
- = : Zebra Crossing
- ↻ : U-turn Place
- : Parking Place (BRT)
- : Parking Place (Motorbike)
- : Candidate of BRT Depot

出典：JICA 調査団

図 5.2.24 平面配置図 (2/9)

(HO TAY - HOALAC ROUTE)

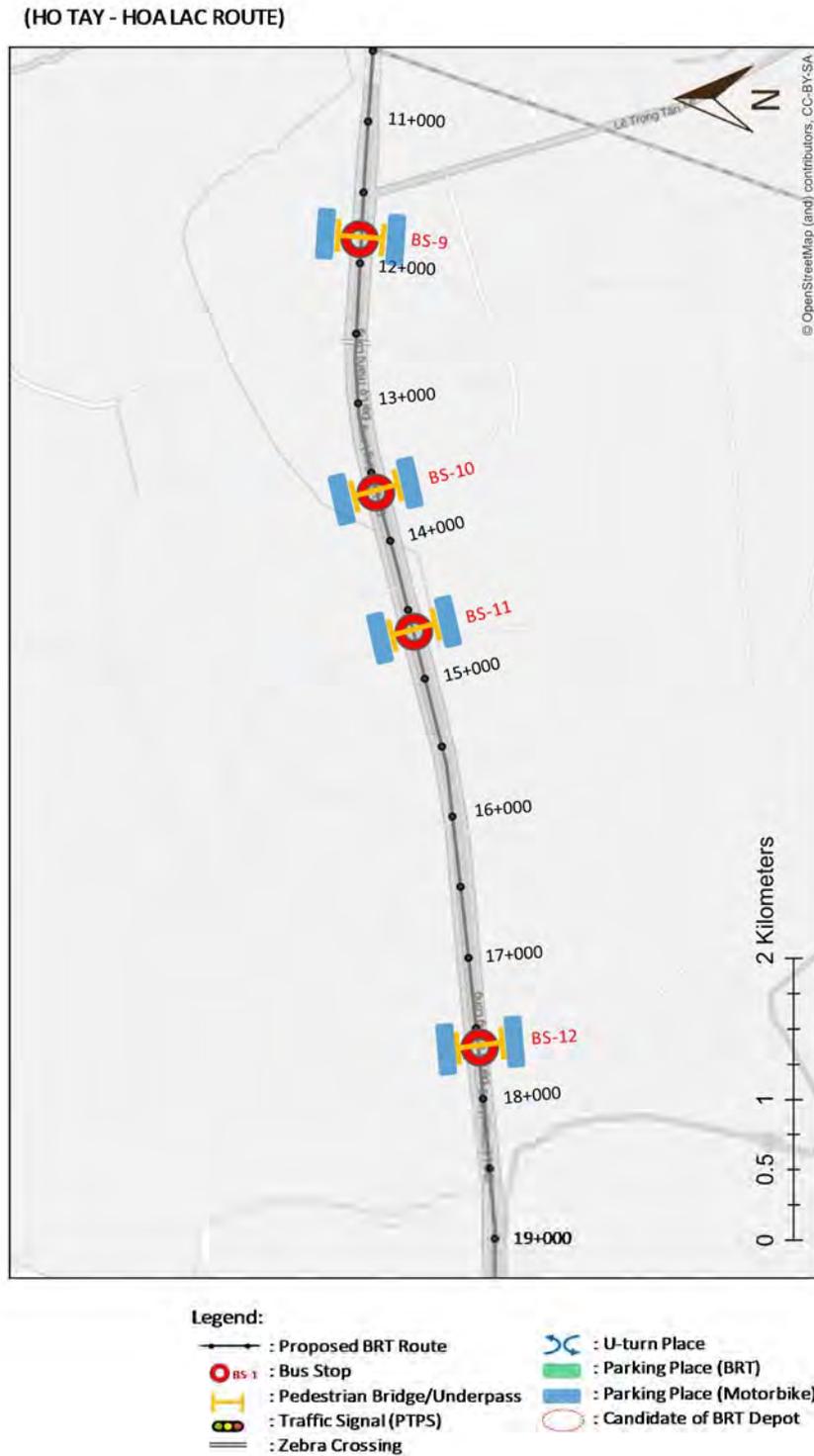


Legend:

- : Proposed BRT Route
- : Bus Stop
- : Pedestrian Bridge/Underpass
- : Traffic Signal (PTPS)
- : Zebra Crossing
- : U-turn Place
- : Parking Place (BRT)
- : Parking Place (Motorbike)
- : Candidate of BRT Depot

出典：JICA 調査団

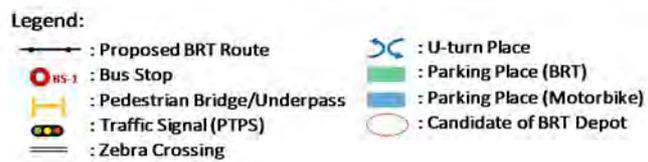
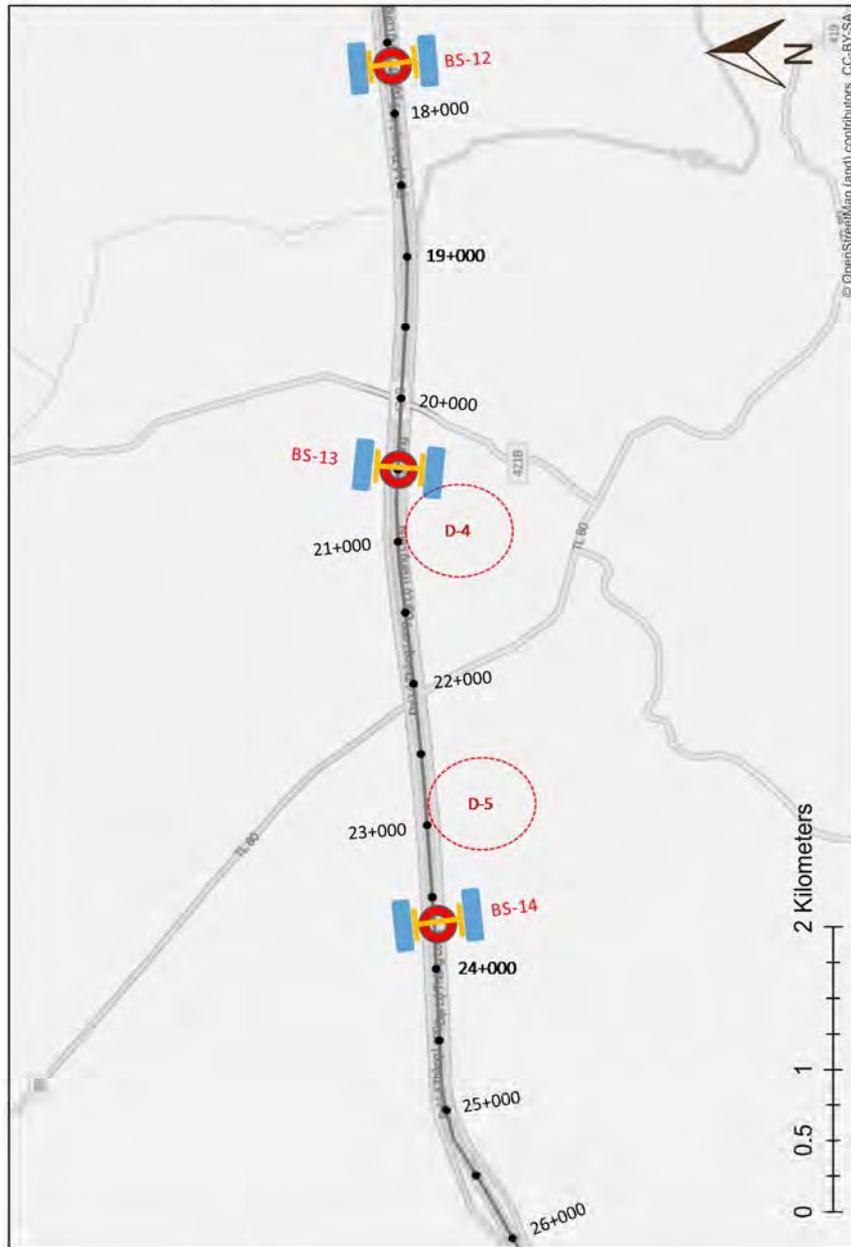
図 5.2.25 平面配置図 (3/9)



出典：JICA 調査団

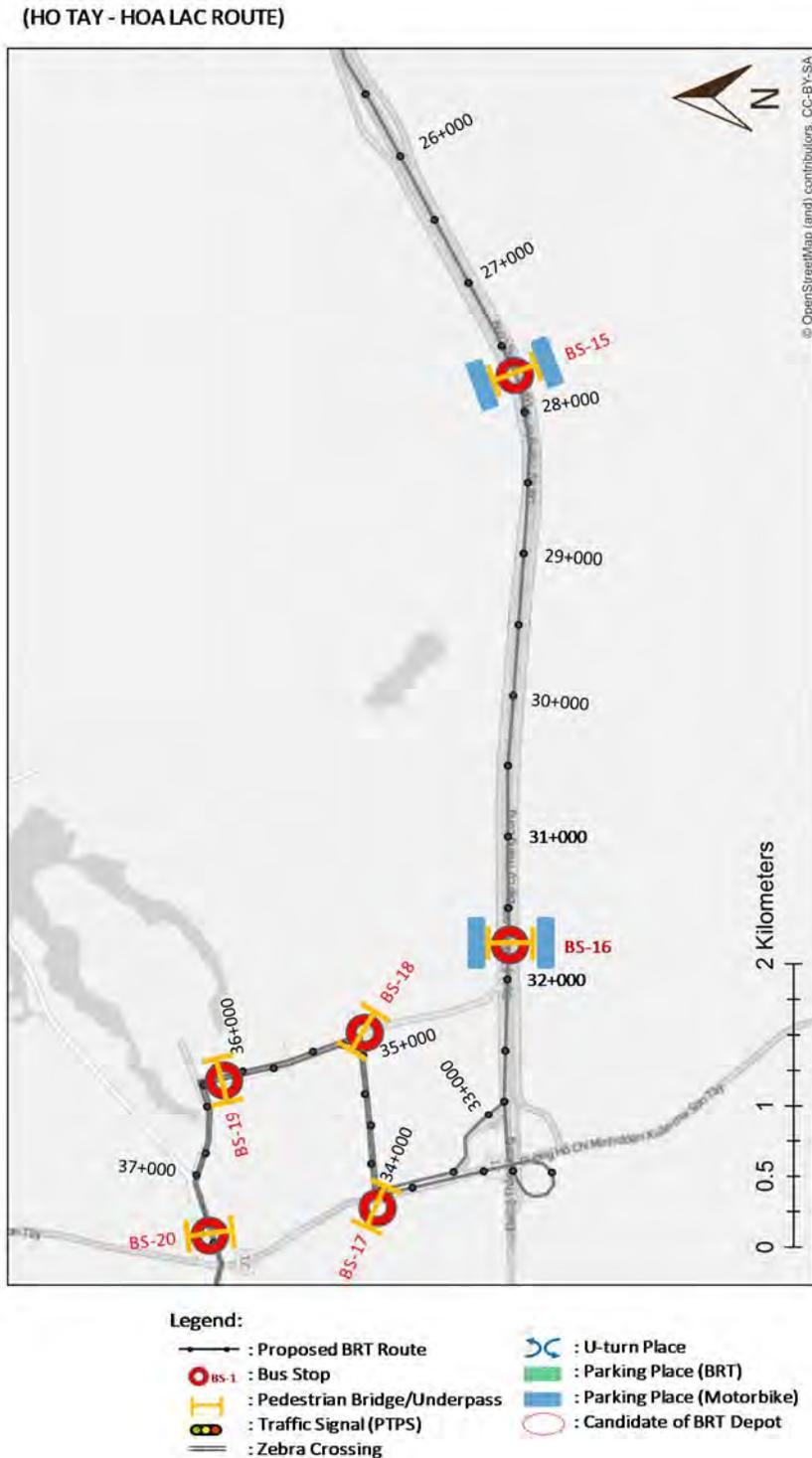
図 5.2.26 平面配置図 (4/9)

(HO TAY - HOALAC ROUTE)



出典：JICA 調査団

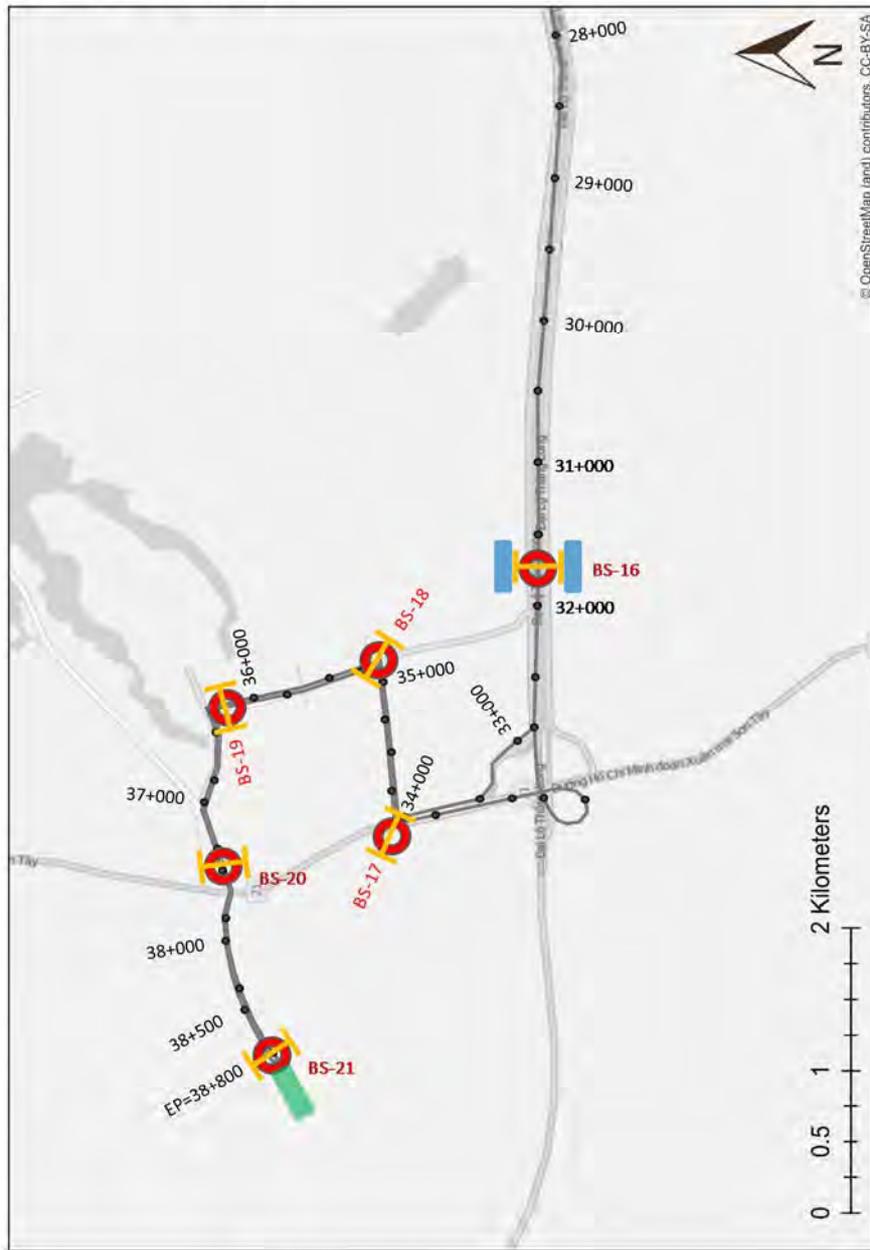
図 5.2.27 平面配置図 (5/9)



出典：JICA 調査団

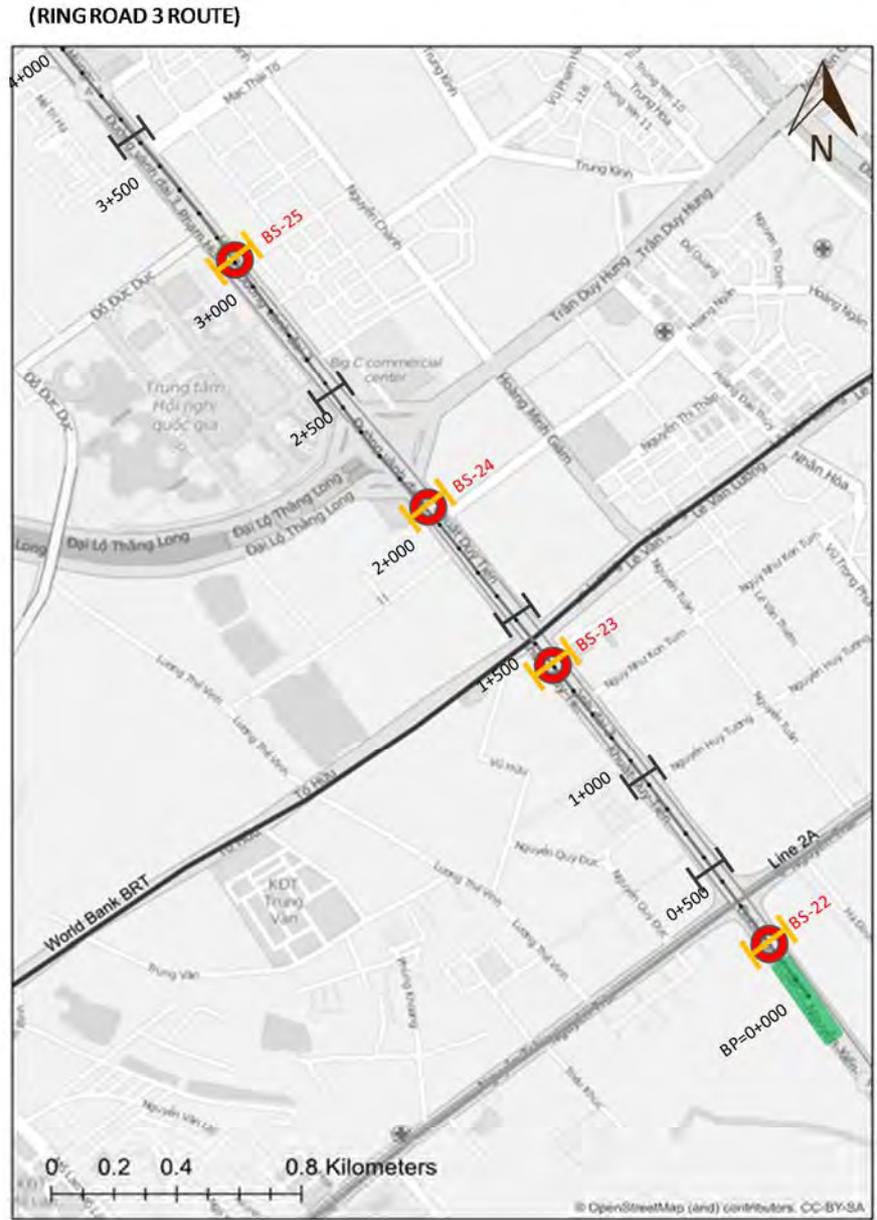
図 5.2.28 平面配置図 (6/9)

(HO TAY - HOA LAC ROUTE)



出典：JICA 調査団

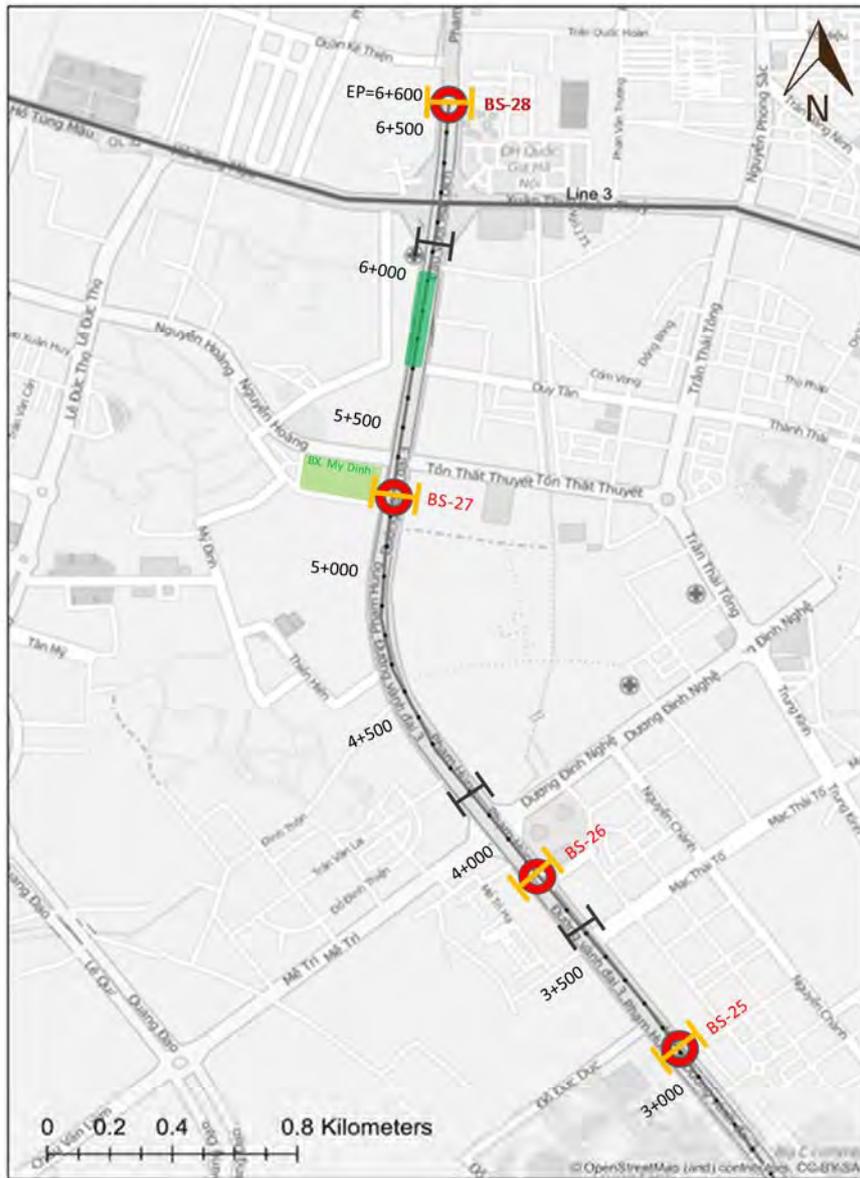
図 5.2.29 平面配置図 (7/9)



出典：JICA 調査団

図 5.2.30 平面配置図 (8/9)

(RINGROAD 3 ROUTE)



Legend:

- : Proposed BRT Route
- : Bus Stop
- : Pedestrian Bridge/Underpass
- : Traffic Signal (PTPS)
- : Zebra Crossing
- : U-turn Place
- : Parking Place (BRT)
- : Parking Place (Motorbike)
- : Candidate of BRT Depot

出典：JICA 調査団

図 5.2.31 平面配置図 (9/9)

5.2.6 デポ施設等の計画

デポ施設等の計画：

- デポ施設（駐車台数 150 台規模）を郊外部に設置する。
- 時間調整用の停車施設（駐車台数 5 台規模）を起終点にそれぞれ設置する。

5.2.6.1 デポ位置と機能

本 BRT 計画では、車両台数 150 台規模（5.3 節参照）のデポ施設（バス営業所）を新たに計画する必要がある。必要面積は、約 21,500 m²（150 m 四方）である。デポ機能と施設規模は、5.3 節に詳述する。

表 5.2.5 デポの必要機能と施設規模

デポ機能		単位	数量		施設必要根拠
営業所	事務所	m ²	300		運行管理・点呼業務を実施、乗車券窓口
	工場事務所	m ²	200		整備管理、スタッフ控室
	運転士控室	m ²	1,500		運転士の更衣・休憩を行う
	会議室	m ²	300		
	倉庫	m ²	200		
	食堂	m ²	500		福利厚生施設として必要
	合計	m ²	3,000		3 階構造で面積 1/2（1階はバイク駐輪場）
整備工場	整備・点検場	m ²	600	6レーン	定期点検・分解整備を実施する(20m×30m)
	トリプレリフト	基	1		連節バスの効率的整備に必要
	整備機器・器具	式	1		連節バスの効率的整備に必要
有蓋車庫		m ²	1,200		未使用車両の保管
駐車場 舗装	一般バス用	m ²	10,000	125台	一般バス（12m×4m≒50m ² ）／台・車路含む
	BRT用	m ²	5,200	26台	連節（20m×4m≒80m ² ）／台・車路含む
	運転士通勤車	m ²	1,950	150台	乗用車（5m×2.5m≒13m ² ）×150台
	合計	m ²	17,150		
洗車機		m ²	600	2基	自走式、貯水・排水施設の整備（40m×15m）
給油所施設		m ²	440	4機補給	ディーゼル車の場合 5m×4×22M
合計敷地面積		m ²	21,490		

出典：JICA 調査団

デポの位置は、市街地での用地確保は非常に困難であることから、タンロン高速道路の沿線で検討することとした。同道路沿線は市街化が進みつつあるものの、候補地となりうる用地、住民移転が発生しな

いような用地は多数候補選定可能である。デポの位置としては、タンロン高速道路ならびに側道の両方向（東西両方向）にアクセスが容易な地点とすることが理想的である。したがって、図 5.2.32 に示す 5 地点、インターチェンジや転回道路施設の近傍とした。



(タンロン高速道路沿線の候補地点：5 地点)



(候補地点 01 ~ 03)



(候補地点 04、05)

出典：JICA 調査団

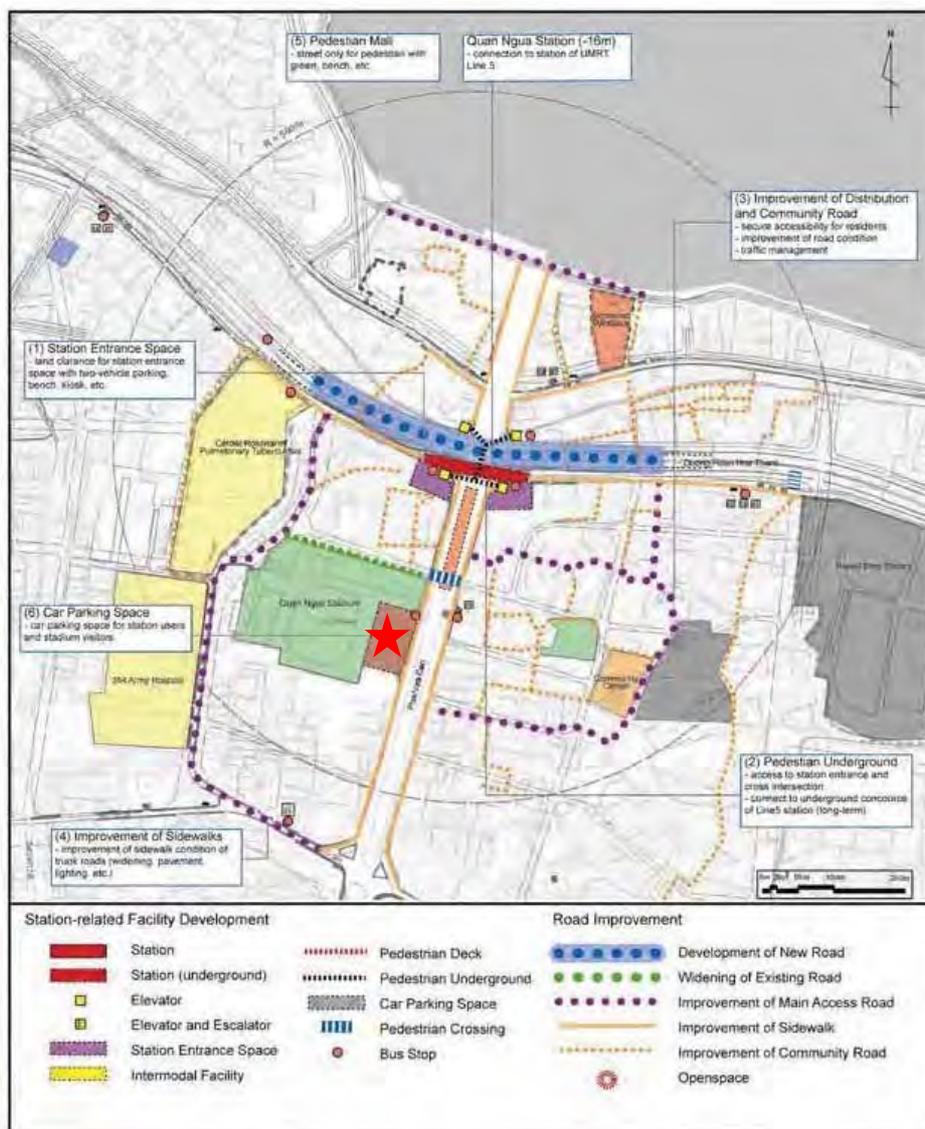
図 5.2.32 デポ建設の候補地点

今後の市街地区間の拡大にともなって、市街地寄りの区間の旅客需要の方が多くなることが予想される。したがって、早朝にデポを出立したバスは市街地方向への通勤客を乗せていくこととなる。回送区間を減らす観点から、デポの位置はホアラク寄りに設置することが望ましい。他方、バス従業員の通勤を考慮すると、極端に郊外に設置することは利便性がよくない。調査団としては上図の地点番号 Alt-05 または Alt-04 周辺を推薦する。今後の関係機関やステークホルダーとの協議を経て候補地点は絞られていくこととなる。

5.2.6.2 時間調整用の駐車施設

路線端点には時間調整のためのバス駐停車施設を設けることを提案する。本調査での仮定は、3 分間隔運転において、15 分の時間調整、つまり、5 台分の駐車台数を見込んでおくこととする。

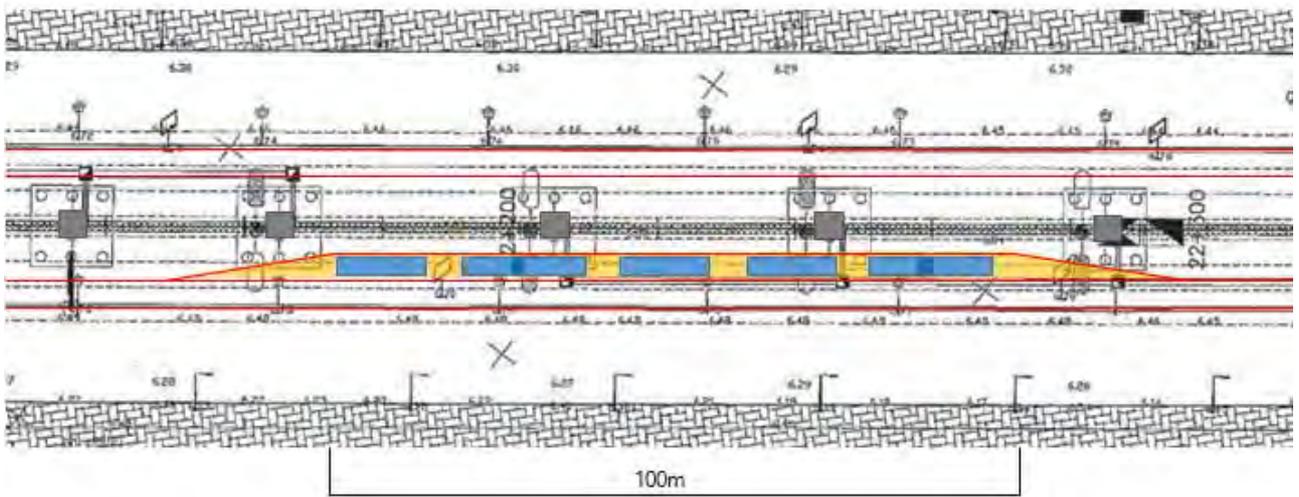
終端部（ホアラックエリア内）は用地の制約が少ない。したがって、市街地区間の駐車施設のレイアウト例を下図に提案する。



★ : 時間調整用の駐車施設候補地（競技場敷地内）

出典：ハノイ市における UMRT の建設と一体になった都市開発整備計画調査（HAIMUD2）

図 5.2.33 OPTION-1, OPTION-2, OPTION-6 の始点側



出典：JICA 調査団

図 5.2.34 OPTION-4, OPTION-5, OPTION-6 の始点側

5.3 運行・車両計画の検討

5.3.1 前提

運行計画・車両計画の検討のため、初期需要予測に必要な BRT の運賃設定、停留所位置および評定速度を以下のように定義した。

5.3.1.1 運賃設定

ハノイ市内の路線バスの運賃は短距離路線の場合 7,000VND 均一であるが、中距離以上の路線は 8,000VND か 9,000VND、または距離に応じた区間毎の運賃である。本 BRT 路線を計画している Thanh Long 高速道路沿道を走行する 74 番バスは全線 9,000 であり、71 番バスは地帯制により My Dinh バスターミナルから Hoa Lac まで 15,000VND である。

一方 METROS では、2030 年の都市鉄道の運賃は $(20,000 + 1,000/\text{km} \times \text{距離})$ VND と設定されている。この設定は、2030 年の一般路線バスの運賃が 10,000VND になる前提で、都市鉄道運賃は一般路線バス運賃の倍額となるものと仮定されている。

本 BRT のサービスは速達性という面で一般路線バスよりも速く、都市鉄道よりは遅いため、BRT 運賃は一般路線バスと都市鉄道の間となる $(10,000 + 500/\text{km} \times \text{距離})$ VND に設定した。

運賃額による感度分析は、一般路線バス水準 $(5,000 + 250/\text{km} \times \text{距離})$ VND、都市鉄道運賃と同額 $(20,000 + 1,000/\text{km} \times \text{距離})$ VND およびこれらの中間額にて実施する。各運賃設定のパターンを下表のとおりである。

表 5.3.1 需要予測における BRT の運賃設定パターン

パターン		代替案の検討対象			
		A	B	C	D
前提条件	一般バス & WB-BRT 運賃 (2030年価格)	10,000VND (2030年METROS同額)	10,000VND (2030年METROS同額)	10,000VND (2030年METROS同額)	10,000VND (2030年METROS同額)
	本BRTの運賃	$10,000 + 500/\text{km}$	$5,000 + 250/\text{km}$ (30km=12,500VND) 74と同額程度の対キロ	$20,000 + 1,000/\text{km}$	$16,000 + 800/\text{km}$
	路線バスNo71&No74の運行本数	▲50%	▲50%	▲50%	▲50%
BRT (2020年 & 2030年)		Option - 1&2	Option 1&2	Option 1&2	Option 1&2
		Option - 3	—	—	—
		Option - 4	—	—	—
		Option - 5	—	—	—
		Option - 6	—	—	—

出典：JICA 調査団

5.3.1.2 停留所位置について

本 BRT の停留所位置は、都市鉄道 5 号線計画の駅位置に準じて設置するものの、Hoa Lac 側の駅間の長い 2 区間では、その中間にも停留所を設置するものとした。



図 5.3.1 BRT 停留所の位置案 (Ho Tay～RR3)



図 5.3.2 BRT 停留所の位置案 (RR3～An Khanh)

出典：JICA 調査団



図 5.3.3 BRT 停留所の位置案 (Song Phuong～Quoc Oai)



図 5.3.4 BRT 停留所の位置案 (West Quoc Oai～Hoa Lac 付近)



図 5.3.5 BRT 停留所の位置案 (Hoa Lac 周辺)

出典：JICA 調査団

5.3.1.3 区間別運行速度

各オプション別の BRT 停留所位置、区間距離およびバス停構造は、下表のとおりである。

表 5.3.2 BRT 停留所位置・区間距離およびバス停構造

鉄道計画 Phase	BRT計画Phase								鉄道 No	BRT No	駅名 BRT停留所名	キロ程	鉄道 駅間 距離	BRT 停留 距離	道路名	バス停構造
	Option -1&2	Option -3	Option -4	Option -5		Option -6										
	Ho Tay	RR3	BRT WB	MRT -2	MRT -3	Ho Tay	MRT -2	MRT -3								
-	-	-	-	-	●	-	-	●			Dai Hoc Hanoi	4,000		1,000	Duong Vanh Dai 3 (RR3)	中央分離帯
-	-	-	-	-	●	-	-	●			Ben Xe MyDinh	3,000		1,000		中央分離帯
-	-	-	-	-	●	-	-	●			Duong Dinh Nghe	2,000		1,000		中央分離帯
-	-	-	-	-	●	-	-	●			Hanoi Museum	1,000		1,000		中央分離帯
-	-	-	-	-	●	-	-	●			QL6-RR3	2,000		800	Duong Vanh Dai 3 (RR3)	中央分離帯
-	-	-	●	●	-	-	-	●			LeVanLuong-RR3	1,200		1,200		中央分離帯
Phase 1	全線整備	RR3 迄整備	RR3 ~ BRT -WB 接続	RR3 ~ 鉄道 2A号 接続	RR3 ~ 鉄道 3号 接続	全線整備	RR3 ~ 鉄道 2A号 接続	RR3 ~ 鉄道 3号 接続	起点	起点		0				
									RS-1	BS-1	Ho Tay	0	0	0	Van Cao	中央分離帯
									RS-2	BS-2	Kim Ma	1,400	1,400	1,400	Lieu Giai	中央分離帯
									RS-3	BS-3	Lang Trung	2,400	1,000	1,000	Nguyen Chi Thanh	中央分離帯
									RS-4	BS-4	Trung Kinh	3,650	1,250	1,250	Tran Duy Hung	中央分離帯
									RS-5	BS-5	Trung Hoa	4,200	550	550	Tran Duy Hung (InSide of RR3)	側道路側
									RS-6	BS-6	Me Tri	6,400	2,200	2,200	DL Thang Long	側道路側
									RS-7	BS-7	Giao Quang	8,600	2,200	2,200		側道路側
									RS-8	BS-8	Tay Mo	10,500	1,900	1,900		側道路側
									RS-9	BS-9	An Tho	11,800	1,300	1,300		側道路側
									RS-10	BS-10	An Khanh	13,600	1,800	1,800		側道路側
									RS-11	BS-11	Song Phuong	14,600	1,000	1,000		側道路側
										BS-12		17,600		3,000		側道路側
									RS-12	BS-13	Quoc Oai	20,500	5,900	2,900		側道路側
RS-13	BS-14	West Quoc Oai	23,700	3,200	3,200	側道路側										
	BS-15		27,700		4,000	側道路側										
RS-14	BS-16	Hoa Lac	31,800	8,100	4,100	側道路側										
Phase 2	BRT	BRT	BRT	BRT	BRT	BRT	BRT	BRT	-	BS-17	HHTTP-1-QL21	34,300		2,500	路側	
									-	BS-18	HHTTP-2	35,500		1,200	路側	
									-	BS-19	HHTTP-3	36,400		900	路側	
									-	BS-20	VJU	37,800		1,400	路側	
									-	BS-21	HNU	38,800		1,000	路側	

※表内の「鉄道計画 Phase」・駅名・駅間距離は、ハノイ市都市鉄道建設事業(5号線)準備調査(PPP インフラ事業)の段階整備計画による。

出典：JICA 調査団

タンロン高速道路区間の BRT 停留所は沿線道路に設け、高速道路から沿線道路に合流しバス停に停車し、その後沿線道路から高速道路に合流するものとして、高速道路上は最高速度 70Km/h で走行し、沿線道路を含む加減速距離を長めに設定して評定速度を算出した。

環状 3 号線内側の西湖までの区間は、幅員のある中央分離帯にバス専用レーンを新設するものとし、最高速度 40Km/h で走行し、公共車両優先システム (PTPS; Public Transportation Priority System) によって赤信号による停車時間が最低となる前提で、バス停への加減速距離を考慮して評定速度を設定した。

尚、各停留所における停車時間は、ワンマン運行による現金収受を考慮して停留所毎に 1 分を加算している。

METROS による路線バスの平均トリップ長・移動時間から、停留所停車時間と信号による影響を含む路線バスの平均評定速度は 17Km である。環状 3 号線内側にバス専用レーンや PTPS を整備できれば、BRT の評定速度 21Km/h は実現可能と考えられる。

各オプション別の区間毎の評定速度は、下表のとおりである。

表 5.3.3 区間毎の BRT 評定速度

			Option-1&2	Option-3	Option-4	Option-5		Option-6		
			HoTay	RR3	BRT-WB	MRT-2	MRT-3	HoTay	MRT-2	MRT-3
RR3_Inside	停止時間	(分)	4.0		1.0	2.0	4.0	4.0	2.0	4.0
	所要時間	(分)	13.3		3.4	6.2	12.4	13.3	6.2	12.4
	区間距離	(Km)	4.7		1.2	2.0	4.0	4.7	2.0	4.0
	評定速度	(Km/h)	21.2		21.2	19.4	19.4	21.2	19.4	19.4
RR3_Outside	停止時間	(分)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	所要時間	(分)	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5	61.5
	区間距離	(Km)	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3
	評定速度	(Km/h)	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5
合計	停止時間	(分)	19.0	15.0	16.0	17.0	19.0	19.0	17.0	19.0
	所要時間	(分)	74.8	61.5	64.9	67.7	73.9	74.8	67.7	73.9
	区間距離	(Km)	39.0	34.3	35.5	36.3	38.3	39.0	36.3	38.3
	評定速度	(Km/h)	31.3	33.5	32.8	32.2	31.1	31.3	32.2	31.1

RR3	停止時間	(分)	10.0
Outside	所要時間	(分)	43.1
HighWay	区間距離	(Km)	27.6
Only	評定速度	(Km/h)	38.4

※表内の所要時間には、停止時間を含む

出典：JICA 調査団

5.3.2 運行・車両計画

5.3.2.1 必要車両台数 (各パターン別)

本事業において導入すべきバス車両は、沿線人口の増加やハノイ国家大学やハイテクパークの就業者数の増加による旅客需要の増加に対応する必要があり、乗車可能な車両定員を考慮して導入時期と導入台数を決定していく。

車両台数の決定は、第 3 章の需要予測から時間帯別利用者数を想定し、1 時間における最大利用者数（ピーク 1 時間利用者数）が乗車可能な車両台数を算出することによる。

1 日の BRT 利用者数の時間帯別利用者割合は、METROS における都心部スクリーンライン調査における交通量の時間別分布を参考とした。ピーク時間帯の需要割合は全需要の 10%と想定した。オフピーク時間帯の需要割合を約 7.5%と想定した場合、その需要はピーク時間帯の 75%となる。

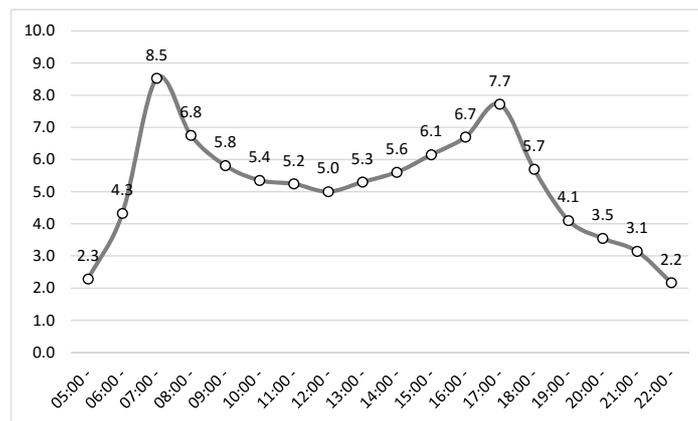


図 5.3.6 都心部スクリーンライン調査における交通量の時間別分布

出典：METROS 調査結果を加工

必要車両数の算出は、第 3 章の需要予測による BRT 旅客需要および最大通過人員に基づき、以下の計算式により算出される。

$$\begin{aligned}
 \text{ピーク時間帯利用者数 (両方向：人)} &= \text{BRT 旅客需要} \times \text{ピーク時間帯需要割合} \\
 \text{ピーク必要台数 (片方向：台)} &= \text{ピーク時間帯利用者数} \div \text{一台当たり車両定員数} \\
 \text{運行間隔 (分)} &= 60 \text{ (分)} \div \text{ピーク必要台数} \\
 \text{運行必要台数 (台)} &= \text{ピーク必要台数} + (\text{往復所要時間} + \text{往復発車待機時間} \\
 &\quad - \text{ピーク 1 時間}) \div \text{オフピーク運行間隔}
 \end{aligned}$$

METROS による交通量調査の結果から、旅客需要が集中するピーク時間帯は 1 時間に需要が均等に分散するのではなく、そのうち 30 分間に集中し、前後の 30 分はピーク時 30 分より少なくなる傾向が出ている。

従って、ピーク 30 分間は大量輸送が可能な連節バスを導入する計画とし、それ以外を一般車両とした。また、運行必要台数の算出に当たっては、鉄道と違い車両定員 100%による運行は困難であるため、混

雑率 85%を輸送力上限として算出し、在籍必要台数は 10%の予備車を含んでいる。各パターン別の BRT の必要車両台数は表 5.3.4 のとおりである。

表 5.3.4 BRT の必要車両台数 (連節バス併用)

運賃			10,000+500×距離										5,000+250×距離				
Option			Option - 1 & 2		Option - 3		Option - 4		Option - 5		Option - 6		Option - 1 & 2				
Year			2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年			
BRT需要予測(1日利用者数)			64,844	127,436	22,000	58,000	21,000	88,000	24,000	105,000	87,000	161,000	110,000	196,000			
最大通過人員(片方向)			A		9,100	26,650	8,500	30,850	10,400	43,150	26,556	58,860	40,750	60,850			
ピーク1時間利用者数(最大通過人員)			B	A*10%	910	2,665	850	3,085	1,040	4,315	2,656	5,886	4,075	6,085			
車両定員(連節バス)	連節バス	C	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140			
	一般バス	D	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
ピーク時間帯30分 必要台数(片方向)	連節バス	E	B/2/C*85%	10	18	4	11	4	13	4	18	11	25	17	26		
	一般バス	F	B/2/D*85%	15	28	6	17	6	20	7	28	17	38	27	40		
ピーク1時間 必要台数			合計	G	D+F	25	46	10	28	10	33	11	46	28	63	44	66
運行間隔(分)	ピーク	H	60/G	2.4	1.3	6.0	2.1	6.0	1.8	5.5	1.3	2.1	0.95	1.4	0.9		
	オフピーク	I	※	2.6	1.5	6.7	2.3	6.7	2.0	5.7	1.4	2.3	1.04	1.5	1.0		
片道距離(Km)			J	39.0	39.0	34.3	34.3	35.5	35.5	38.3	38.3	39.0	39.0	39.0	39.0		
速度(Km/h)			K	31.3	31.3	33.5	33.5	32.8	32.8	31.1	31.1	31.3	31.3	31.3	31.3		
片道所要時間(分)			L	J/K*60	75	75	62	62	65	65	74	74	75	75	75	75	
往復所要時間(分)			M	(L+15)*2	180	180	154	154	160	160	178	178	180	180	180	180	
運行必要台数 合計			N	G+(M-60)/I	72	129	25	69	25	85	32	130	81	179	125	186	
	連節バス	O	E	10	18	4	11	4	13	4	18	11	25	17	26		
	一般バス	P	N-O	62	111	21	58	21	72	28	112	70	154	108	160		
在籍必要台数(予備車含む)			Q	R+S	80	143	29	77	29	95	36	144	90	198	138	205	
	連節バス	R	O*1.1	11	20	5	13	5	15	5	20	13	28	19	29		
	一般バス	S	P*1.1	69	123	24	64	24	80	31	124	77	170	119	176		

※オフピーク運行間隔の計算式

オフピークは基本的に一般バスによる運行であり、ピーク時間を全て一般バスとした場合のピーク運行間隔を算出し、オフピーク率 0.75 で割って算出

出典：JICA 調査団

また、全て一般車両を導入した場合、各パターン別の BRT の必要車両台数は表 5.3.5 のとおりである。

表 5.3.5 BRT の必要車両台数 (全て一般バス)

運賃			10,000+500×距離										5,000+250×距離				
Option			Option - 1 & 2		Option - 3		Option - 4		Option - 5		Option - 6		Option - 1 & 2				
Year			2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年			
BRT需要予測(1日利用者数)			64,844	127,436	22,000	58,000	21,000	88,000	24,000	105,000	87,000	161,000	110,000	196,000			
最大通過人員(片方向)			A		23,523	42,450	9,100	26,650	8,500	30,850	10,400	43,150	26,556	58,860	40,750	60,850	
ピーク1時間利用者数(最大通過人員)			B	A*10%	2,352	4,245	910	2,665	850	3,085	1,040	4,315	2,656	5,886	4,075	6,085	
車両定員(連節バス)	連節バス	C															
	一般バス	D			90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
ピーク時間帯30分 必要台数(片方向)	連節バス	E	B/2/C*85%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	一般バス	F	B/2/D*85%	31	55	12	35	12	41	14	57	35	77	54	80		
ピーク1時間 必要台数			合計	G	D+F	31	55	12	35	12	41	14	57	35	77	54	80
運行間隔(分)	ピーク	H	60/G	1.9	1.1	5.0	1.7	5.0	1.5	4.3	1.1	1.7	0.78	1.1	0.75		
	オフピーク	I	H/0.75	2.6	1.5	6.7	2.3	6.7	2.0	5.7	1.4	2.3	1.04	1.5	1.0		
片道距離(Km)			J		39.0	39.0	34.3	34.3	35.5	35.5	38.3	38.3	39.0	39.0	39.0	39.0	
速度(Km/h)			K		31.3	31.3	33.5	33.5	32.8	32.8	31.1	31.1	31.3	31.3	31.3	31.3	
片道所要時間(分)			L	J/K*60	75	75	62	62	65	65	74	74	75	75	75	75	
往復所要時間(分)			M	(L+15)*2	180	180	154	154	160	160	178	178	180	180	180	180	
運行必要台数 合計			N	G+(M-60)/I	78	138	27	77	27	93	35	142	88	193	135	200	
	連節バス	O	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	一般バス	P	N-O	78	138	27	77	27	93	35	142	88	193	135	200		
在籍必要台数(予備車含む)			Q	R+S	86	152	30	85	30	103	39	157	97	213	149	220	
	連節バス	R	O*1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	一般バス	S	P*1.1	86	152	30	85	30	103	39	157	97	213	149	220		

出典：JICA 調査団

5.3.2.2 運行計画（各パターン別）

BRT 事業の運行計画は、BRT の必要車両台数を算出する際のピークとオフピークの運行間隔を基本に、需要に対する総乗車率が約 85%となるように、運行時間帯を 5 時（HANOI 国家大学発）から 24 時（HO TAY 駅発）までとして、2020 年と 2030 年における運行回数を算出した。各パターン別の運行便数と運行計画は表 5.3.6～表 5.3.9 のとおりである。

表 5.3.6 2020 年と 2030 年の時間帯 BRT 運行便数（連節バス併用）

2020年: Option 1&2(運賃=10,000+500×距離)の場合

時間帯	5時台	6時台	7時台	8時台	9時台	10時台	11時台	12時台	13時台	14時台	合計
便数(一般)	24	15	24	24	15	24	24	15	24	24	213
便数(連節)		10			6			6			22
時間帯	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台	22時台	23時台		
便数(一般)	24	15	24	24	24	10	11	10	5		147
便数(連節)		10				6					16
											398

出典：JICA 調査団

2030年: Option 1&2(運賃=10,000+500×距離)の場合

時間帯	5時台	6時台	7時台	8時台	9時台	10時台	11時台	12時台	13時台	14時台	合計
便数(一般)	42	28	42	42	24	42	42	24	42	42	370
便数(連節)		18			12			12			42
時間帯	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台	22時台	23時台		
便数(一般)	42	28	42	42	42	15	20	17	9		257
便数(連節)		18				12					30
											699

出典：JICA 調査団

表 5.3.7 BRT 運行間隔と便数 (連節バス併用)

運賃	10,000+500×距離										5,000+250×距離		
	Option 1 & 2		Option 3		Option 4		Option 5		Option 6		Option 1 & 2		
Option	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	
BRT需要予測(1日利用者数)	64,844	127,436	22,000	58,000	21,000	88,000	24,000	105,000	87,000	161,000	110,000	196,000	
運行必要台数 合計	72	129	25	69	25	85	32	130	81	179	125	186	
在籍必要台数(予備車含む)	80	143	29	77	29	95	36	144	90	198	138	205	
運行間隔(分)	ピーク	2.4	1.3	6.0	2.1	6.0	1.8	5.5	1.3	2.1	0.95	1.4	0.9
	オフピーク	2.6	1.5	6.7	2.3	6.7	2.0	5.7	1.4	2.3	1.04	1.5	1.0
片道距離(Km)	39.0	39.0	34.3	34.3	35.5	35.5	38.3	38.3	39.0	39.0	39.0	39.0	
速度(Km/h)	31.3	31.3	33.5	33.5	32.8	32.8	31.1	31.1	31.3	31.3	31.3	31.3	
片道所要時間(分)	75	75	62	62	65	65	74	74	75	75	75	75	
運行回数	一般	360	627	139	409	139	473	170	643	406	868	623	903
	連節	38	72	14	40	14	47	14	72	43	98	61	97
	合計	398	699	153	449	153	520	184	715	449	966	684	1,000
運行便数(往復)	796	1,398	306	898	306	1,040	368	1,430	898	1,932	1,368	2,000	
総走行キロ /日(Km)	一般	28,080	48,906	9,535	28,057	9,869	33,583	13,022	49,254	31,688	67,704	48,594	70,434
	連節	2,964	5,616	960	2,744	994	3,337	1,072	5,515	3,354	7,644	4,758	7,566
	合計	31,044	54,522	10,495	30,801	10,863	36,920	14,094	54,769	35,042	75,348	53,352	78,000

出典：JICA 調査団

表 5.3.8 2020年と2030年の時間帯 BRT 運行便数（全て一般バス）

2020年: Option 1&2(運賃=10,000+500×距離)の場合

時間帯	5時台	6時台	7時台	8時台	9時台	10時台	11時台	12時台	13時台	14時台	合計
便数(一般)	24	31	24	24	24	24	24	24	24	24	247
便数(連節)											0
時間帯	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台	22時台	23時台		
便数(一般)	24	31	24	24	24	19	11	10	5		172
便数(連節)											0
											419

2030年: Option 1&2(運賃=10,000+500×距離)の場合

時間帯	5時台	6時台	7時台	8時台	9時台	10時台	11時台	12時台	13時台	14時台	合計
便数(一般)	42	55	42	42	42	42	42	42	42	42	433
便数(連節)											0
時間帯	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台	22時台	23時台		
便数(一般)	42	55	42	42	42	33	20	17	9		302
便数(連節)											0
											735

出典: JICA 調査団

表 5.3.9 BRT 運行間隔と便数 (全て一般バス)

運賃		10,000+500×距離										5,000+250×距離	
		Option 1 & 2		Option 3		Option 4		Option 5		Option 6		Option 1 & 2	
Year		2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年
BRT需要予測(1日利用者数)		64,844	127,436	22,000	58,000	21,000	88,000	24,000	105,000	87,000	161,000	110,000	196,000
運行必要台数 合計		78	138	27	77	27	93	35	142	88	193	135	200
在籍必要台数(予備車含む)		86	152	30	85	30	103	39	157	97	213	142	220
運行間隔(分)	ピーク	1.9	1.1	5.0	1.7	5.0	1.5	4.3	1.1	1.7	0.78	1.1	0.8
	オフピーク	2.6	1.5	6.7	2.3	6.7	2.0	5.7	1.4	2.3	1.04	1.5	1.0
片道距離(Km)		39.0	39.0	34.3	34.3	35.5	35.5	38.3	38.3	39.0	39.0	39.0	39.0
速度(Km/h)		31.3	31.3	33.5	33.5	32.8	32.8	31.1	31.1	31.3	31.3	31.3	31.3
片道所要時間(分)		75	75	62	62	65	65	74	74	75	75	75	75
運行回数	一般	419	735	160	472	160	545	193	755	472	1,018	719	1,052
	連節	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	419	735	160	472	160	545	193	755	472	1,018	719	1,052
運行便数(往復)		838	1,470	320	944	320	1,090	386	1,510	944	2,036	1,438	2,104
総走行キロ /日(Km)	一般	32,682	57,330	10,976	32,379	11,360	38,695	14,784	57,833	36,816	79,404	56,082	82,056
	連節	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	32,682	57,330	10,976	32,379	11,360	38,695	14,784	57,833	36,816	79,404	56,082	82,056

出典：JICA 調査団

以上により、「連節バス併用」の場合、「全て一般バス」の場合より車両投資台数は少ないが、車両投資コストは高くなり、総走行キロ（運行コスト）は少なくなる。一方、「全て一般バス」の場合、「連節バス併用」の場合より車両投資台数は多いが、車両投資コストは低くなり、総走行キロ（運営コスト）は多くなる。これらを試算して、車両投資コストと運営コストの合計で比較した場合、「連節バス併用」の方が「全て一般バス」の場合より、約3%程度高くなる。

しかし、今後の経済成長によって運営コストに占める人件費は上昇することが予想されるため、車両台数の少ない「連節バス併用」の方が総運転士数は少なく済み、車両投資コストと運営コストの合計は、「連節バス併用」の方が「全て一般バス」の場合より低く抑えられることになる。

以上のことから、後述の概算事業費に関しては、「連節バス併用」のケースにて試算することとする。

5.3.2.3 車両計画

(1) 車両のドア位置

各国の BRT においては、BRT が走行する専用道の道路断面や停留所施設の設置位置、導入する車両のドア位置によって、下表のように車両タイプは様々である。一方、一般道路を通行する都市型の一般バス車両は、右側通行の場合は右側に乗降ドアが設置されている。

表 5.3.10 ドアの位置による車両タイプ

ドア配置	特徴	BRT 区間の断面構成
右ドア	<p><メリット></p> <p>①専用レーン区間だけでなく、一般バス用の路側停留所での乗降も可能</p> <p>②ワンマン運行する上で、ドア開閉の安全確認を目視できる。</p> <p>③一般のバスも専用レーン区間を走行が可能で、乗降も可能</p> <p><デメリット></p> <p>①ワンマン運行の場合、車内での現金運賃収受で運転士の手間と時間がかかり、評定速度が下がる。</p>	<p>①道路の両端の歩道側を BRT レーンとする</p> <p>②専用レーンを中央に設置して、停留所を両側に設置。幅員が狭い場合は、方向別に停留所位置を前後にずらして配置(ソウルの事例)</p> <p>③停留所を中央(島式)に配置し、逆方向に走行レーンを設置。</p>
左ドア	<p><デメリット></p> <p>①専用レーンを除く一般バス用の路側停留所で乗降が不可能。</p> <p>②量産化されていないため、改造による車両価格が上昇し、国の型式認定を取る必要がある。</p> <p>③ワンマン運行の場合、バス車内で運賃収受が実施できない。</p> <p>④ワンマン運行に必要な前後ドアの車内外の安全確認装置(直視用ミラー)の設置が不可能で、日本では前例がない。</p>	<p>停留所を中央(島式)に配置し、両側に BRT レーンを設置し、逆方向に走行レーンを設置</p>
左右両ドア	<p><メリット></p> <p>①専用レーン区間だけでなく、一般バス用の路側停留所で乗降が可能。</p> <p>②運賃収受を駅舎改札で行えれば、停留所停車時間が短縮する。</p> <p><デメリット></p> <p>①量産化されていないため、改造による車両価格が上昇し、国の型式認定を取る必要がある。</p> <p>②ワンマン運行する場合、駅舎の無い停留所ではバス車内で運賃収受が不可能(左側ドア)</p> <p>③ワンマン運行に必要な前後ドアの車内外安全確認装置(直視用ミラー)の設置が不可能で、日本では前例がない。</p>	<p>停留所を中央(島式)に配置し、両側に BRT レーンを設置。ただし、ワンマン運行の場合、運賃収受のための改札口又はゲートを設置する必要があり、停留所建物を整備する必要がある。</p>

本 BRT 事業においては、HO TAY～環状 3 号線区間は中央分離帯にバス専用レーンをすることを検討しており、同区間を運行する一般路線バスもバス専用レーンを共用することが望ましい。

一般路線バスのドア位置は右側であるため、中央（島式）の停留所では共用はできなくなるが、停留所は専用レーンの両側に設置するか、方向別に停留所位置を前後にずらして右側に設置すれば共用できることになる。



出典：JICA 調査団

図 5.3.7 写真 中央分離帯式バス停 (South Korea Seoul)

従って、本 BRT で利用可能なバス車両は、中央島式用に左右両側に乗降ドアを設置するのではなく、「右側ドアの既製車両」で運営することが望ましい。

(2) 車両タイプ

世界各国で量産品として生産されている車両のタイプは、下表のように一般バスと連節バスがある。一般バスは、世界各国の都市部において利用されており、生産台数も多いことから、価格面で連節バスよりも相対的に安価であるが、車両定員が限られているため、需要ピークの時間帯は多くの台数が必要になる。

一方で、連節バスは、一般バスに比べ 1.5～2 倍程度の車両定員となっているが、最大寸法に関する法的制約や交通環境から普及が進んでいない国々もあり、一般バスほどの量産ではないため、価格差は大きく高価である。

表 5.3.11 BRT 車両の Body Type

Type	Standard Bus	Articulated Bus
Appearance		
Length	10.5m～12m	18m～20m
Number of Doorways by a side	2～3	3～4
Vehicle Capacity	60～90 (Seat=23～38)	140～170 (Seat=42～58)

出典：JICA 調査団

(3) ステップ・フロア高さ

本 BRT は、一般路線バスと停留所を共有するため、大量生産されている右側ドアの既成品車両を導入することになるため、中央島式停留所での乗降用の車両構造については検討から除外する。

現在、世界各国で生産される車両の床高さ、ステップ数は 3 種類ある。先進国においては、国民全体に占める高齢者数の割合も多くなり、身体障害者も外出移動時の障害をなくすために、社会的に公共施設のバリアフリー化が求められている。

車両のステップ別の特徴について上表に示すが、バリアフリー化を目的に開発された Non-Step 車両は、全ての利用者にとって乗降しやすい構造となっているが、一般的な Two-Step 車両に比較して、シャシ構造は複雑になっており、車両コストは高額になっている。

例えば日本国においては、バリアフリー化を法的に促進するために、バス事業者が Non-Step 車両を購入する場合、Two-Step 車両の購入価格との差額を公的資金による補助金を受け取っている。

ベトナム国においては、公共交通機関の整備によって、現在バイクを利用している若者世代が、将来公共交通機関を利用することが想定されるが、当面はバリアフリーへの社会的ニーズは喫緊で高まる可能性は低いと考えられる。

しかし、国民の平均年齢は確実に上昇し高齢者人口も増えていくものと考えられ、またモーダルシフトを着実に推進すると共に、乗降時の転倒といった事故防止の観点からもバリアフリー化の推進は必要と考えられる。また、現在のハノイ市の路線バスの導入車両は、既にワンステップバスが主流となっている。

以上のことから、初期導入車両は One-Step 車両で問題はないが、将来的には Non-Step 車両の導入を目指していくべきである。

なお、ハノイ市の路線バスでは 2016 年 7 月時点で Non-Step 車両の導入実績はなく、また One-Step 車両を含むバス車両の購入資金に対して補助金は支給されていない。一方、ハノイ市路線バスにおける補助金制度では、路線毎の補助金支給額は運行経費から運賃収入を差引いた金額であり、運行経費には、購入されたバス車両の減価償却費が含まれている。

表 5.3.12 BRT 車両のステップ種類

	Two-Steps	One-Step	Non-Step
Appearance			
Floor Height	800mm～1,100mm	500mm～600mm	300mm～382mm
Features	<ul style="list-style-type: none"> ・乗降口の段差があるので、健常者以外にはバリアとなっている。 ・高齢者の乗降には時間を要したり、転倒事故が発生する。 ・車内全般に亘って床はフラットである。 ・タイヤハウス上の座席への着座も容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・Two-Stepより段差が少ないので乗降は容易 ・車内には後部に段差がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・乗降口に段差がないので、誰でも乗降が容易 ・縁石がある道路では、ほぼ段差はない。 ・エアサスペンションによるニーリング機能で車両が傾く ・車内後部には2段の段差がある。 ・最低地上高が低いので、アプローチ&デパーチャーアングル以上の段差は道路改修が必要
For Wheelchair User	リフトの設置が必要 リフトがない場合は、4人程度で持ち上げる	スロープ版の設置により乗降可能 車内床面には固定金具を設置	スロープ版の設置により乗降可能 車内床面には固定金具を設置
Cost	約18～20百万円	約22～25百万円	約24～27百万円

出典：JICA 調査団

(4) ベトナム国における排出ガス規制を踏まえた車両選定について

ハノイ市では、バイクの増加や自動車の増加によって、粉塵濃度や二酸化炭素濃度は複数の地点で環境基準を超えており、排気ガスによる大気汚染が深刻化している。

ベトナム国における排出ガス規制は、2011 年 1 月公布の首相決定 49 号 (49/2011/QĐ-TTg) では、排ガス規制強化に向けたロードマップ (工程表) が規定されている。国内生産または輸入する車両の排ガス基準として、自動車には 2017 年 1 月から欧州の排ガス規制「Euro4」、さらに 2022 年 1 月から「Euro5」が適用される予定になっている。

本 BRT の運行が実施される場合、その時期は 2020 年前後であるため、排ガス基準に適合するエンジンを搭載する車両を調達する必要があるが、国産エンジンメーカーに限って「Euro4」の適用が 2018 年末まで猶予されることが政府決定されている。

このため Euro4 のディーゼルエンジン車を調達する場合は、エンジンに適合した性能を発揮する低硫黄軽油が石油精製メーカーから供給されない可能性もあるため、ディーゼルエンジン車の選定にあたっては、車両メーカー及び石油精製メーカーとも協議の上、慎重な選定が必要である。(日本国においては、2005 年に Euro4 レベルの新長期規制 (平成 17 年排出ガス基準) が施行され、石油精製メーカーはそれに適合する低硫黄軽油を供給することになった。)

なお、ベトナム国のホーチミンシティなどで普及しつつある環境負荷の低い CNG エンジンバスについては、燃料の安定供給には原産地からハノイが遠路であり、現時点ではハノイ市で普及する見込みはないため、調達車両の候補からは外すこととする。

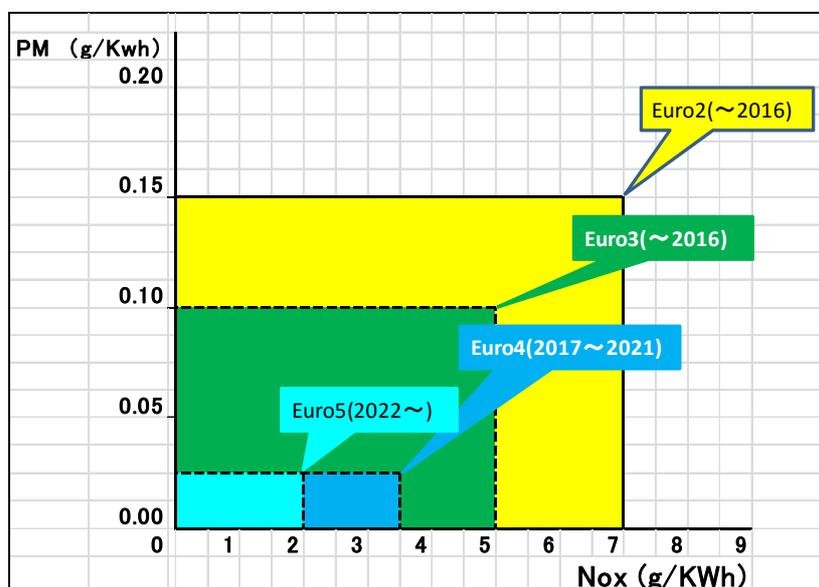


図 5.3.8 ベトナム国における排出ガス規制

出典：JICA 調査団

(5) 車両タイプ毎の仕様について

本 BRT 事業を実施するにあたって、ベトナム国において調達可能な国産及び輸入によるバス車両について、一般車両と連節バス車両の仕様（車両サイズ、定員、シャシ構造、エンジン）を下表に示す。

表 5.3.13 一般バスと連節バスの車両仕様

		一般バス	連節バス
		Normal Bus	Articulated Bus
Overall dimension	Length	11~11.5 m	18~20 m
	Width	~2.5 m	2,5~2,55 m
	Height	~3.3 m	~3.3 m
Kerb weight of vehicle		11 t	17 t
Gross vehicle weight		16 t	24,5 t
Axle weight(Kg)	Front	6 t	6.5 t
	Centre	-	6 t
	Rear Drive	10 t	~12 t
Max speed		100 Km/h	70 Km/h
Minimum Turning Radius		9 m	9.5 m
Passenger Capacity	Seats	35	20+25=45
	Standing	45	55+30=85
	Total	80	130~140
Floor Steps	Two Steps	○	-
	One Step	○	○
	Non Step	○	○
Engine-Type	Diesel / CNG	Deisel / CNG	Deisel / CNG
	Displaement	11,000~12,000 CC	11,000~12,000 CC
	Output	210 Kw / 2000 rpm	260 Kw / 2000 rpm
	Max.torque	1100 N・m / 1400 rpm	1600 N・m / 1100 rpm
Suspension	Reaf / Air	Reaf spring / Air Suspension	Air Suspension

出典：JICA 調査団

(6) 調達及びメンテナンス

前項で示す車両仕様の調達先については、一般バスは、ベトナム国内ではチュオンハイ自動車株式会社 (THACO) や SAMCO (Saigon Transportation Mechanical Corporation) が、韓国の Hyundai 製や Daewoo 製バスのエンジン・シャシを輸入し、ボデーの組立製造を実施し販売している。

一方で、日本国メーカーのシェアは少ないものの、日野自動車ベトナムも大型バス用エンジンや左ハンドル用シャシ部品を日本から輸入し現地で組み立て、前述の現地ボデーメーカーが組立・製造・販売している。

また、連節バスは、日本国にて Mercedes Benz Citaro G の納入実績がある三菱ふそうトラックバス(株)によって、ベトナム国への輸出版売、あるいは同社系列のベンツベトナムによる販売が可能である。

維持管理については、Hyundai・Daewoo 製バスは、ベトナム国において圧倒的なシェアを占めておりサービス体制は十分に整っている。日野自動車についても大型トラックのサービス拠点が整備されている。またベンツベトナムにおいても部品供給は可能で、三菱ふそうの大型車販売をしていることからサービス対応は可能である。

また、バス車両本体以外に、利用者向けの行先案内表示、領収書発行機、防犯面でのドライブレコーダーなどの車載器も設置する必要がある。これらは全てベトナムで調達可能である。

5.4 運行管理・運賃収受（発券・決済）システムの検討

5.4.1 運行管理

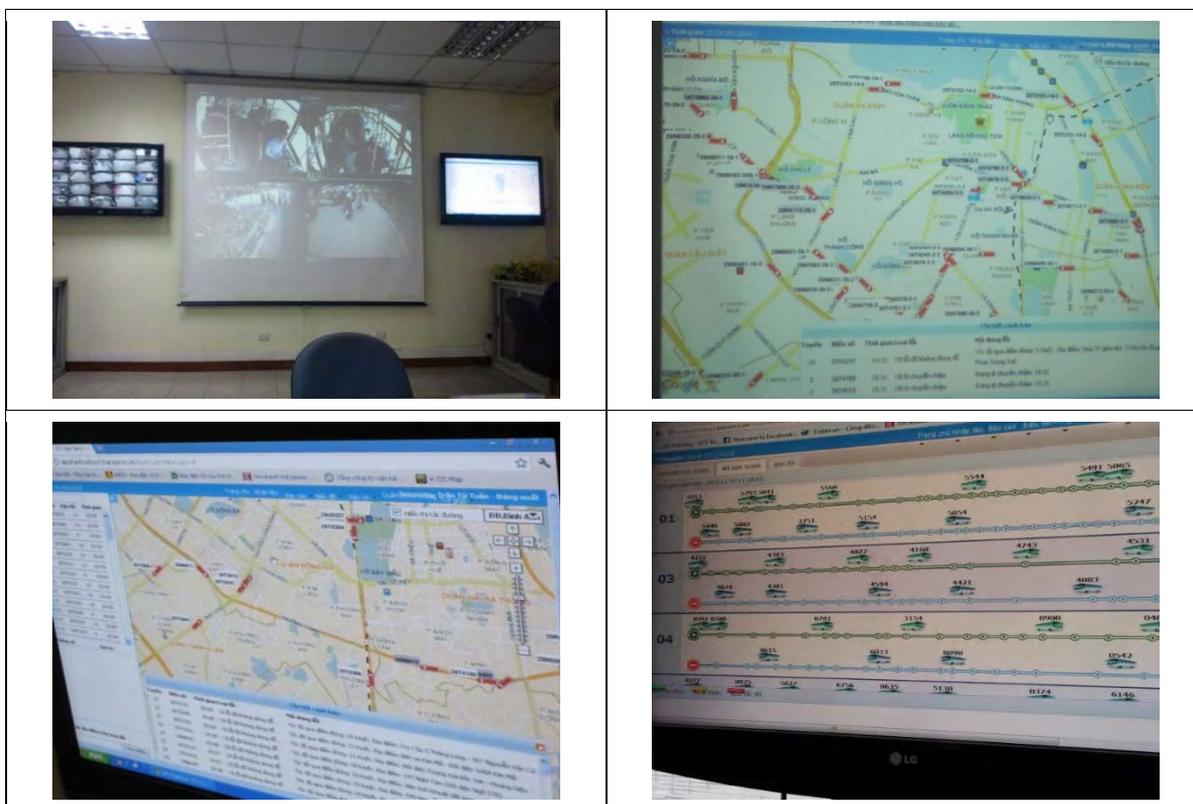
5.4.1.1 旅程管理装置（車載 GPS）を活用した運行管理

ベトナム国では「自動車による運送事業及び事業要件に関する政令」（第 91/2009/ND-CP 号）第 12 条により 2012 年より新車バスには旅程監視装置の設置が義務付けられている。本装置をバスに設置することにより、バス毎に位置情報データが定期的に専用のサーバーに送信され、WEB サイトにアクセスすることによって、Google Map にリアルタイムでバス位置が表示される。

ハノイ市の TRANSERCO 社でも、バスオペレーティングセンターにおいてリアルタイムでバスの運行状況の確認を行っている。運行管理で活用している機能として、

- (1) バス位置や運行状況の確認
- (2) 運転速度の超過への警告
- (3) 到着・出発時刻、バス速度、所要時間、同一路線の運行間隔、停車回数、ドア開閉時刻などがあり、1,000 台規模に導入した場合、年間で 1 Billion VND(5 百万円)のコストがかかる。

法令で旅程監視装置の設置が義務付けられていることから、本 BRT でも同様の運行管理を実施することは可能である。

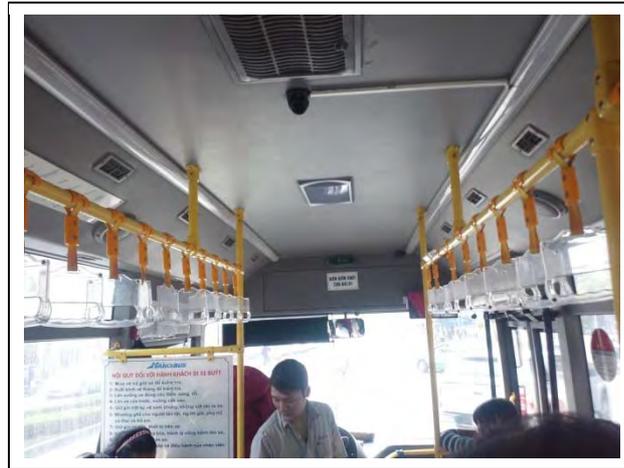


出典：JICA 調査団

図 5.4.1 TRANSERCO バスオペレーティングセンターと運行管理画面

5.4.1.2 バスカメラを活用した運行管理

ハノイ市及びホーチミン市、ビンズン省の一部バスでは、バス車内に 4 台の高精度カメラを搭載している。ハノイ市の TRANCERCO では、カメラのピンポイント映像をモバイル通信でオペレーティングセンターにリアルタイム送信し、複数のモニターで道路混雑状況や車内状況を監視している。これは、車内治安を確認でき、運転士や車掌の接客マナーや利用者の状況も確認できるものである。

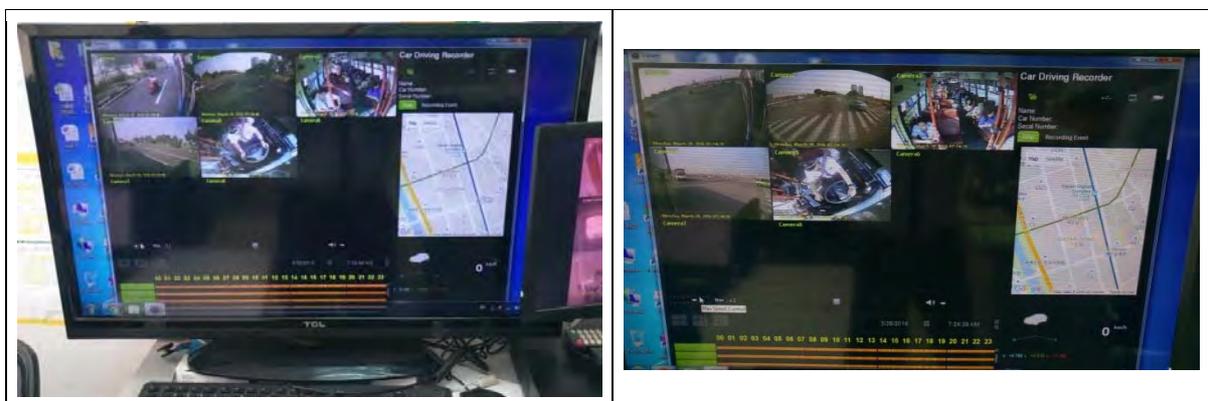


出典：JICA 調査団

図 5.4.2 バス車内カメラ

また、ビンズン省の BECAMEX TOKYU BUS では、車内防犯用にカメラ 2 台、車外向きに 3 台（1 台は車内、2 台は車外）を設置して、5 台のカメラ映像の常時録画を行い、交通事故などの発生時に車両のハードディスクからパソコンにダウンロードして確認し、事故原因の分析や、運転士の事故再発防止教育に活用している。

後者の BECAMEX TOKYU BUS におけるカメラ運用は、日本国における大部分のバス事業者が実施している運用方法であるが、ハノイ市が実施しているようなカメラデータの送信は日本では行っていない。



出典：JICA 調査団

図 5.4.3 写真 バス車内カメラ

日本におけるバスの定時運行状況の確認は、GPS を活用した利用者向けのバスナビゲーションサービスを導入することによって、運行管理面では事業者のみ閲覧可能な画面によって営業所が所管する全路線の運行状況が車号別に確認できるようになっている。

また、道路混雑状況などは VICS による混雑状況が交通情報としてインターネット経由でも閲覧可能である。

バスナビゲーションサービスの導入によって一定の通信コストの負担が発生していることから、リアルタイムで確認する必要性の低いデータ量の多いカメラデータ送信に、敢えてコスト負担を増やそうという発想はない。

運行状況の確認については、前項の旅程監視装置（車載 GPS）によって十分に可能であることから、バスカメラについてはリアルタイムでデータ送信することなく、交通事故防止の目的で事後的に活用することが望ましい。

5.4.2 運賃收受（発券・決済）システム

5.4.2.1 ベトナム国における運賃收受方法と今後の方向性について

現在のベトナム国ハノイ市における運賃收受方式は、バス車内に車掌が乗車して利用客より直接運賃を收受して、法令に基づいて領収書としてのチケットを渡しているが、ホーチミン市の一部路線バスにおいてはワンマン化を徐々に進めつつあり、運転席脇に料金箱を設置して現金を收受し、運転士が領収書チケットを配付しており、釣銭返還などと併せて運転士業務に負担が増加している。

先進国の場合、経済成長期より前は車掌による運賃收受が実施されていたが、高度経済成長に伴う人件費の高騰による事業採算性の悪化から、効率化を図るために運転士だけのワンマン化を実施し、それに伴い運賃收受方法は機械化が進展してきた。

現金收受方式は、硬貨や紙幣種類によって各国による事情は違うが、日本の場合はバスにおいては機械化が進展し、紙幣から硬貨への両替や紙幣・硬貨から釣銭返却が可能であり、日本固有のサービスとなっている。一方で英国・仏国・ドイツなど欧州においては、ワンマン化を図りつつも現金收受の機械化で事業者側が釣銭や両替といったサービスを提供するのではなく、利用者に釣銭の無い運賃額を準備することを求める、という運賃收受のルールや習慣となっている。

日本においては IT 化の進展に伴い運賃收受方法は大きく変化し、紙券による回数券の普及から、1990年代にプリペイドカード化が図られ、2000年代からは IC カードに発展した。IC カードでは乗車の都度現金でチケットを購入するといった煩わしさがなくなり、1枚の IC カードで鉄道・バスといった複数の公共交通機関をシームレスに利用可能となり、バスでは乗降時間の短縮などスムーズな運行に寄与している。

今後、ベトナム国において経済成長が進むについて、バス事業においても労務コストの上昇により運転士のワンマン運行は必要となり、車掌を廃止して効率的な運賃收受方法を構築する必要がある。そのためには、運賃收受方式で IC カード化を図ることが、利用者にとって利便性が向上するだけでなく、事業者側にとってもワンマン運行による運転士の作業の軽減、電子データで処理可能な売上金管理といった点で、信頼性の向上や業務の効率な処理をすることが可能となる。

現在ベトナム国のハノイ市やホーチミン市では都市鉄道の建設が進められており、自動運賃収受では IC カードが導入される予定であるため、都市鉄道への乗換駅で接続する BRT でも、1 枚の IC カードによる「共通利用」或いは「相互利用」ができることが、利用者にとっても利便性が向上することになる。

5.4.2.2 運賃収受方式

IC カードを含めた運賃収受方式は、

- ①バス車両毎に設置する車載器で収受・決済する方法（車載器方式）
- ②専用バス停施設を道路に中央に設置して都市鉄道と同様の改札方式で収受・決済する方法（改札方式）の 2 通りが考えられる。表 5.4.1 に両者の比較を記す。

表 5.4.1 運賃収受方式について

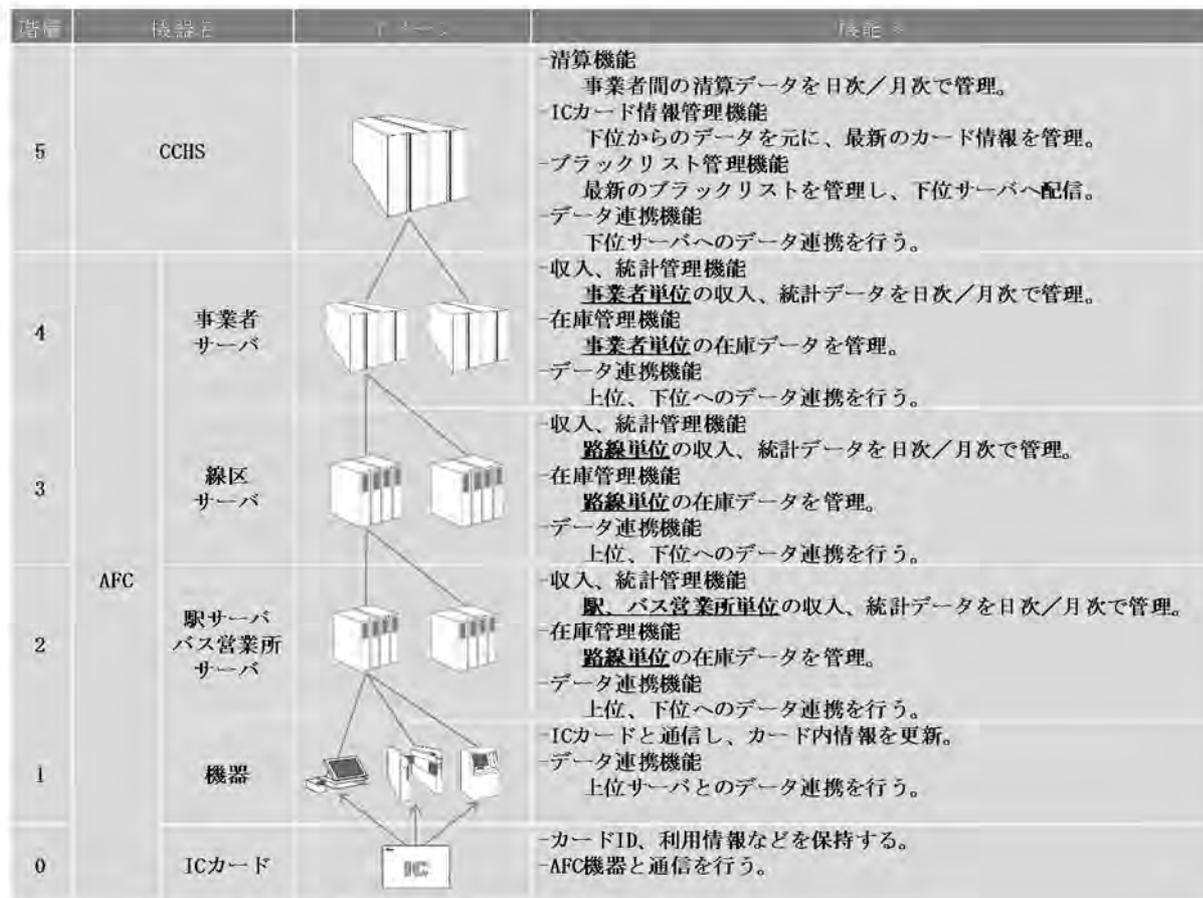
運賃収受場所	バス車内（車載器方式）	バス停施設（改札方式）
停留所タイプ	一般の歩道側停留所も併用する場合 （改札方式は上下方向で 2 倍の投資が必要）	専用道で中央側に島式停留所を設置 できる場合 （上下方向の兼用）
停留所数/車 両数	車両数より停留所数が多い場合、改札 方式より 低コスト	車両数より停留所数が少ない場合 （ただし総投資額が低コストの場 合）
必要機器	車載読取書込装置（Reader/Writer） 車載現金回収箱 車載用入金機（簡易型）	自動改札機（無人入出場ゲート） 自動券売機/入金機 事務室（機器バックヤード） バックアップ電源/通信網
施 設	上屋のみで、特段のセキュリティは不 要	施設周囲全体に不正侵入防止柵（ホームド ア）やセキュリティ対策（防犯カメラ）等 が必要
運用課題	ワンマンでは運転士による現金釣銭へ の対応	各バス停で現金の回収が必要
メリット	低コスト	乗車降車時間は最短
デメリット	乗車降車時間は改札方式より要する	高コスト

出典：JICA 調査団

5.4.2.3 IC カードシステム

(1) 一般的な運賃収受システム

世界各国の都市鉄道(MRT: Mass Rapid Transit)やバス高速輸送システム (BRT: Bus Rapid Transit) 等では、公共交通システムの1つとして、運賃収受システム (AFC: Automatic Fare Collection) が導入されている。ベトナム国でも、すでに建設中の MRT・BRT プロジェクトにおいては、非接触型 IC カードを乗車券とした AFC の設計・開発が進んでいる。一般的な AFC の機器構成は、Figure 5.3.1 に示す様に、最大6階層の構成となる。



* CCHS (Level5) の一部機能は、Level3または4に組み込まれる場合がある。

出典: JICA 調査団

図 5.4.4 一般的な運賃収受システム (AFC) の機器構成

なお、IC カードは読書き方式・支払い方式・利用場所で一般的に以下の様な種類が存在しているが、本調査では公共交通全般で利用可能な非接触・前払い方式の IC カードを「交通系 IC カード」、当該「交通系 IC カード」機能に加えて市中店舗でも利用可能な非接触・前払い方式の IC カードを「統合 IC カード」と記載する。

a) 読み書き方式

接触型・非接触型の2つの種類が存在する。公共交通の乗車券では、決済スピードが重視されるため、非接触型が採用されることが多い。

b) 支払い方式

前払い方式（プリペイド）・後払い方式（ポストペイ）に大別される。公共交通の乗車券としては、前払い方式のICカードが採用されることが多い。

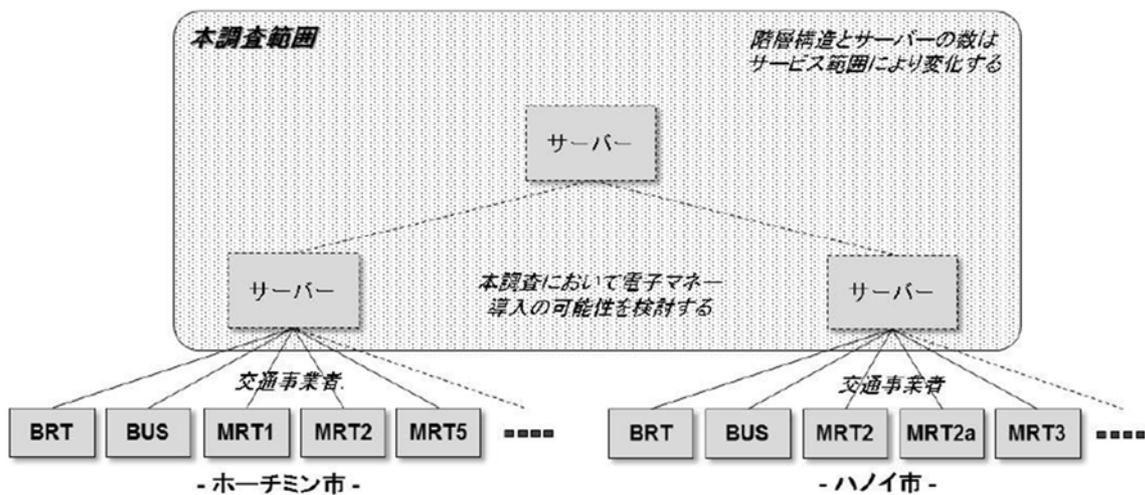
c) 利用場所

公共交通（バス、BRT、MRT など）の乗車券、市中店舗における小額決済手段などで使用されることが多い。

(2) 「ベトナム国 電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査」について

2014年7月にかけて実施された「ベトナム国 電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査(以下「IC カード調査」という)」の報告書では、調査目的は「ベトナムにおいて電子マネーとして一般的に利用可能な交通系 IC カード(以下、統合 IC カード)の普及を通じて人々の生活の利便性向上を図るべく、複数交通事業者間での相互利用、また電子マネーとしての利用を可能とする決済システム(以下、上位システム)の在り方を検討するうえで必要となる情報の収集及びその整理をすること」と記載されている。

本項では、「ベトナム国 電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」より、ハノイ市の公共交通における IC カードシステムに関する概要を抜粋した。



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.5 IC カード調査が対象とする上位システムの位置付け

a) ハノイ市における IC カード利用状況・計画

(交通モードと IC カード機器構成の状況)

ハノイ市では BRT(世界銀行「Vietnam - Hanoi Urban Transport Development Project」の 14.2km の建設 10)や MRT の複数路線が順次開業する予定となっており、これら新規開業の交通モード全てにおいて、レベル 2~3 までの IC カード機材が導入されることになっている。運営主体については、MRT は JICA 支援により 2a, 2, 3 の 3 路線を運営する会社を設立する方向で検討が進められ、BRT は、開業当初はハノイ市公営バス会社(Transerco)が担い、その後に入札を行うとされている。

バスについては、Transerco とハノイ市電機企業グループ(Hanel)による GPS 機能搭載の自動運賃収受機(Q-System)の導入検討があり、交通局(DOT:Department of Transport)がハノイ市人民委員会(HPC)に宛てた『ハノイ市公共交通ネットワークへ提供する運賃政策及びチケット技術に係るフレームワーク』への承認依頼(1178/TTr/SGTVT: 2013 年 8 月 12 日)において MRT 及び BRT の建設案件と並列で取り扱われるほど重要視されているが、現状は具体的な動きを見せていない。

また、JICA 支援の「ハノイ公共交通改善プロジェクト(2011 年 9 月~2015 年 7 月)」におけるバス IC カードの導入の実証実験がなされ、当該事業では、2014 年 7 月に特定の 1 路線に対してバス IC カード用車載器が導入され、既存の市内路線バスの定期券に代わる IC カードが約 20 万枚発行された。

MRT1 号線については、鉄道法(35/2005/QH11)において人民委員会の管理とされているが、「Ngoc Hoi - Yen Vien 間の高架鉄道に係る交通省大臣とハノイ市人民委員会委員長の結論」(519/TB-BGTVT-UBHN: 2005 年 10 月)により同線は国鉄(VNR: Vietnam Railways)がオペレーションを所掌すると結論付けられている。従い、本報告書作成時点ではハノイ市内の検討の対象外となっているため、以降、本項では 1 号線を除いた交通モードについて整理する。

階層	機器名	市内公共交通					国有鉄道	
		バス (JICA 実証 2014年)	BRT (2015年)	MRT			(MRT)	
				2a号線 (2016年)	2号線 (2021年)	3号線 (2019年)	(1号線) (2022年)	
5	CCHS							
4	事業者サーバ							
3	線区サーバ							
2	駅サーバ、 バス営業所サーバ	JICA パイ ロット	Q シス テム	設計中	建設中	設計中	建設中	設計中
1	機器							
0	ICカード	Felica Type A	(受注者提案)	Type A	Felica	Type A・B	Felica	

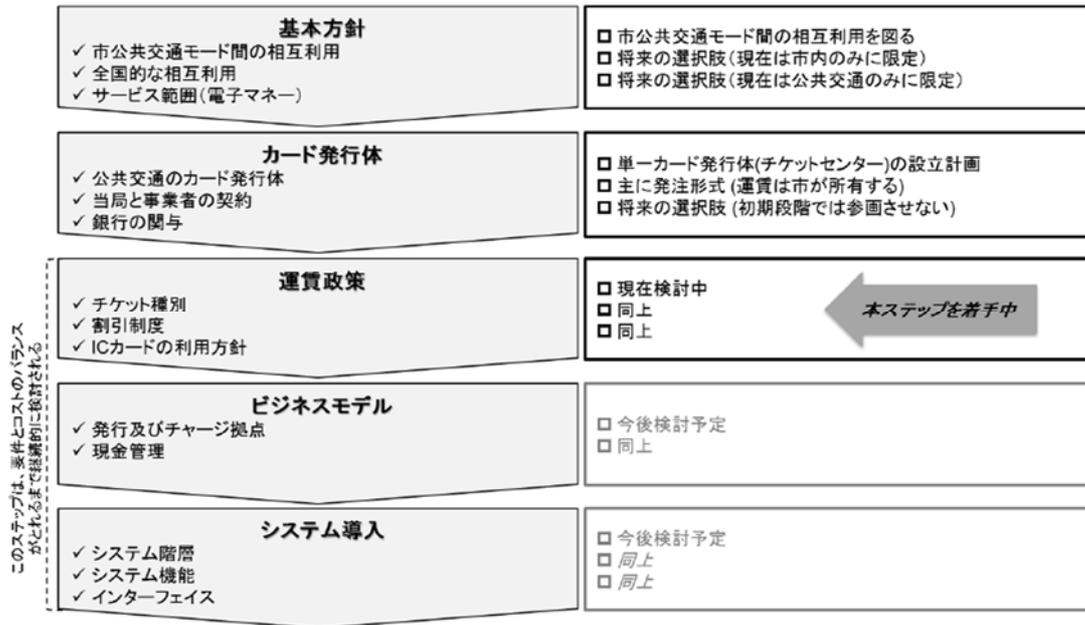
():営業開始年
 点線:計画・パイロット・調査段階 実線:建設プロジェクト
 カードタイプは、DOTレター(1178/TTr/SGTVT)等に基づき記載(一部誤記は調査団にて修正済み)

出典:「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.6 ハノイ市各プロジェクトの機器構成

(共通 IC カードに係る整理状況)

これまで、各建設プロジェクトが個別に設計仕様を検討してきた経緯から、最下層(Level 0)のカード通信(NFC: Near Field Communication)について異なる種類のものが導入される見込みである。この様な背景のもと、2014年7月2日にHPCで開催されたドナー会合において、ハノイ市は各ドナー国の推奨する IC カードを受け入れるものの、全交通モードにおいて全 NFC タイプに適用したマルチ端末を設置する様に要請をした。本報告書作成時点では既に、基本方針とカード発行体について方向性が決まり、券種などのソフト面の検討を行っている状況である。(図 5.4.7 参照)



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.7 ハノイ市における共通 IC カード導入の検討状況

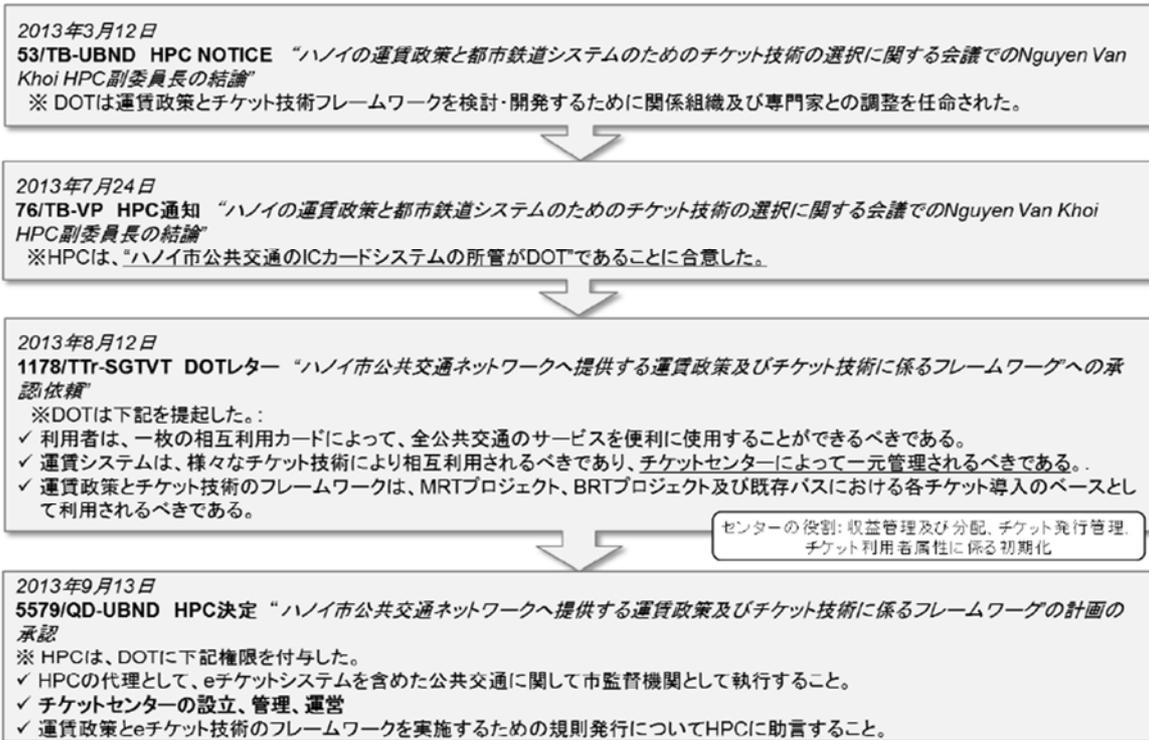
(カード発行者)

ハノイ市では、世界銀行が提唱している公共交通監督機関(PTA: Public Transport Authority)の設立構想の一環として示されていた『運賃の一元收受(Integrated Fare Collection)』をベースとして、公共交通の運賃管理体制の構築が進められている。

具体的に同市内で議論が活発化し始めたのは 2013 年 3 月(HPC 通達:53/TB-UBND)からであり、同年 7 月に HPC 通達(76/TB-VP)にて、IC カードシステムの全体管理を DOT が担うことが示されている。これを受けて、2013 年 8 月に DOT から以下に示す 3 機能を所管する「Ticket system Administration Center」(以下、チケットセンター)なる組織が提唱され、同提案への HPC 回答(HPC 決定:5579/QD-UBND 2013 年 9 月)として、PTA が未設立の状況下における同センターの組織及び機能の提案を内務局(DOHA)に指示している。(図 5.4.8、表 5.4.2 参照)

【DOT が提案しているチケットセンターの主な役割】

- 収益管理及び事業者への配分
- チケット発行管理
- カードの初期化等



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

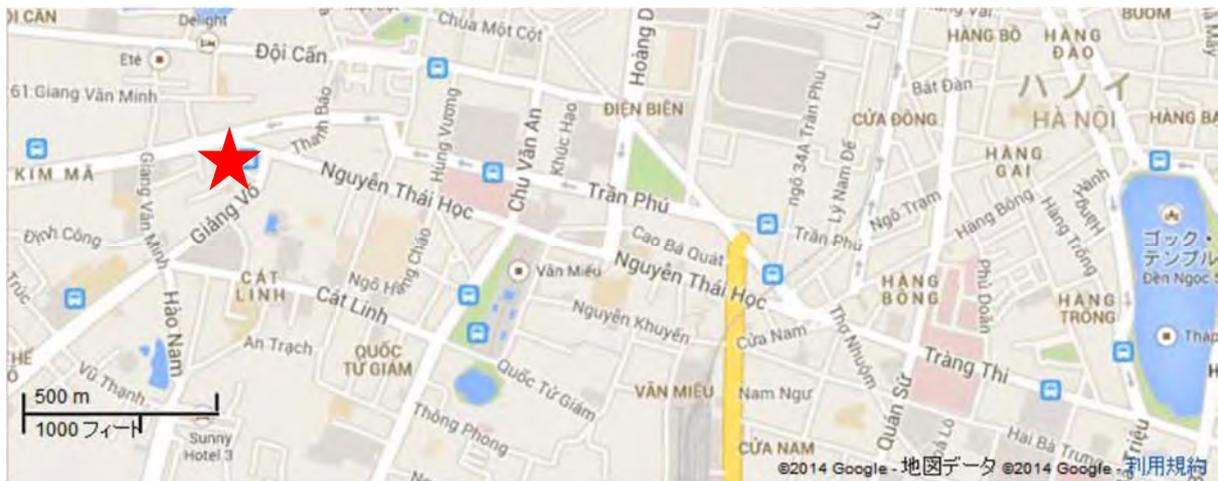
図 5.4.8 ハノイ市の Ticket System Administration Center 設立に係る議論の動向

表 5.4.2 Ticket System Administration Center に関する機関

機関	役割
交通局 (DOT)	<ul style="list-style-type: none"> ・全体調整(各建設PJにおけるチケット導入の調整を含む) ・HPC代理として、Ticket System Administration Center の設立・運営を含めた公共交通に係る行政管理 ・eチケットフレームワーク導入に係る規則の発行
情報通信局 (DOIC)	共通カード実現を目的とした各建設PJにおけるチケットシステム設計の評価
計画投資局 (HAPI)	各PJ の設立、評価、入札におけるeチケットフレームワーク導入に係る規則への準拠性に関するHPCへの助言
科学技術局 (DOST)	選定したシステムに対する技術コメントの付与
内務局 (DOHA)	Ticket System Administration Center の設立に係る申請
財務局 (DOF)	運賃管理・配分及び補助金に係るガイダンスの発行
各施設PJ	eチケットフレームワーク導入に係る規則の準拠

出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

なお、DOT と当調査団の会議(2014年4月2日開催)において、同センターを世界銀行支援の BRT プロジェクトのパッケージ 4d として建設中である建屋内(Nguyen Thai Hoc 通り(下図))に配置することを計画している一方で、センターの組織設立及びシステム導入については世界銀行の支援範囲に含まれていないため、別途の支援が要望されていることを確認している。



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.9 Kim Ma BRT Terminal の位置



建物：公共交通総合管理センター（北側より）
出典：JICA 調査団

建物南側に BRT 等発着のバスターミナル

図 5.4.10 Kim Ma BRT Terminal(2016 年 4 月現在)

b) ベトナム国の上位システム全体整備計画

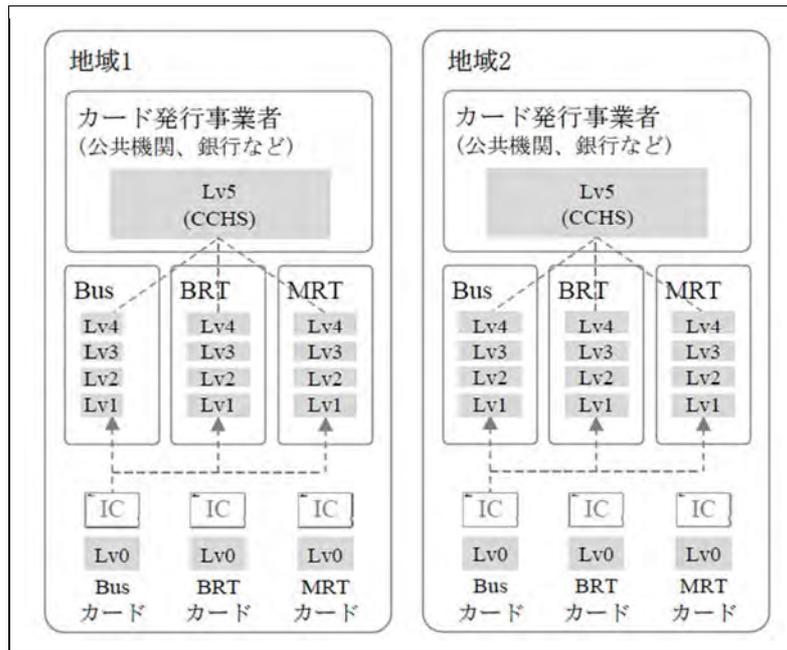
(全国相互利用に向けた発展段階)

ベトナム国では、現在、ハノイ市及びホーチミン市において都市鉄道の建設が順次進められており、IC カード導入が既に決定されている。このため、これら交通系を軸として IC カードの本格的利用が開始され、将来的には流通分野にも電子マネー利用が拡大されるものと推察している。なお、ベトナム国の地形構造はわが国と類似しており、南北に細長い領土に大都市が点在しているものとなっている。また、ベトナム国の都市交通は各都市で管理する制度となっている点も、わが国が地域の交通事業者が都市交通を担っており独自性があるということに状況が類似している。この様な状況から、交通系 IC カードの発展については、法制度の違いはあるもののほぼ同じ様な発展経緯をたどるものと捉えている。

具体的には、以下の段階の発展を経ることになると想定している。

- 第一段階：各地域で交通系 IC カードの利用が開始される
- 第二段階：各地域で統合 IC カードとして市中店舗における決済サービスが開始される
- 第三段階：各地域間の統合 IC カードの直接連携が開始される
- 第四段階：統合 IC カードの全国相互利用サービスが開始される

まず、第一段階として、各地域の建設プロジェクトで既に予算化されている交通系 IC カードがチケットの一種として利用され始める。この場合の上位システムは、各地域のカード発行事業者（公共機関や銀行など）が構築・運用すると想定される。(図 5.4.11)

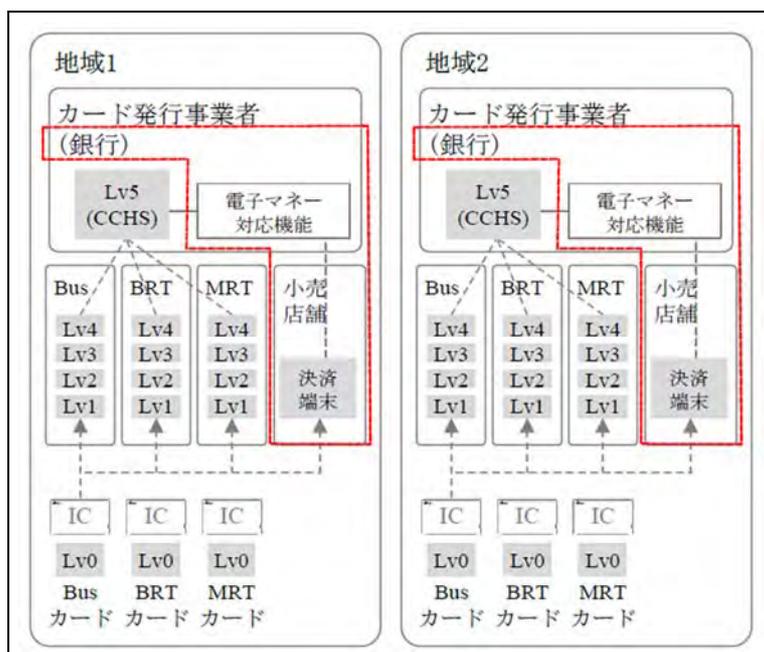


出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.11 統合 IC カード全体システムの構成（第一段階）

第二段階は、各地域で利用者の利便性を向上させるため、統合 IC カードとして駅構内及び市中における店舗での決済サービスが開始されると想定される。この段階では、各店舗には統合 IC カード対応の決済端末が導入され、上位システムには店舗向け決済サービス対応機能の追加が必要となる。(図 5.4.12)

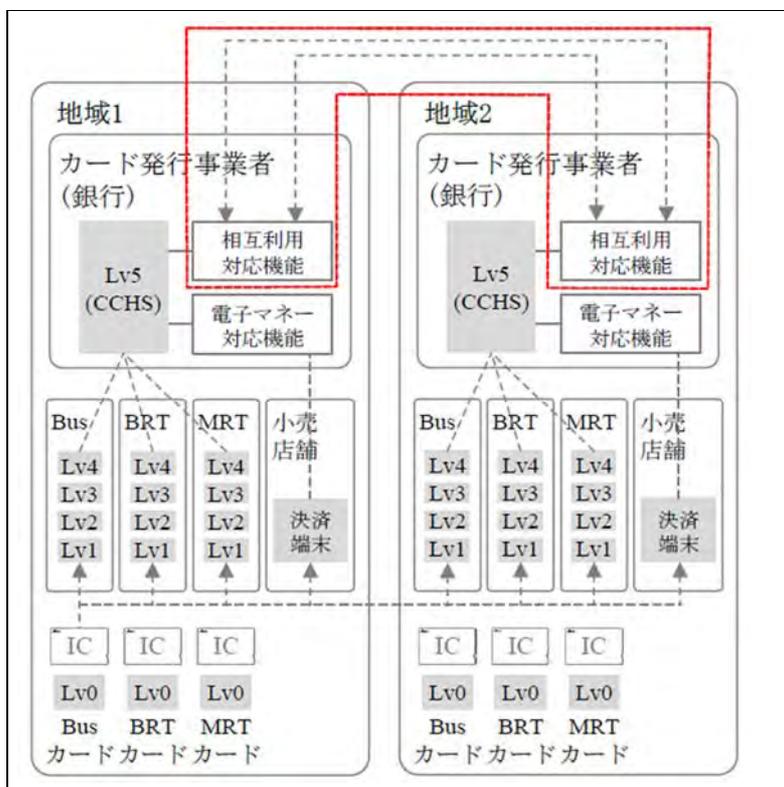
なお、第二段階からは、公共交通サービス以外のサービス提供者が参入してくるため、5.1.1 章で示したとおり、カード発行を含めて上位システムの所掌は商業銀行のみが取り得ることになる。



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.12 統合 IC カード全体システムの構成（第二段階）

第三段階では、各地域の機器・システムへ相互利用対象の統合 IC カード対応機能が、上位システムにはカード関連情報を相互連携するためのデータ連携機能がそれぞれ追加される。これにより各地域の上位システムを直接連携することが可能となり、地域を跨いだ利用が開始される。(図 5.4.13)



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.13 統合 IC カード全体システムの構成 (第三段階)

地域間で取り扱う NFC が異なる場合は Lv0-1 での改修が、データフォーマットや暗号キーが異なる場合は Lv0-4 における改修が必要となる。

第四段階は、わが国がそうであった様に、統合 IC カードの全国相互利用が開始される段階である。具体的なデータ連携方法としては、第三者が運営するデータ連携システムを中継し、各地域の上位システムと連携することになる。(図 5.4.14)

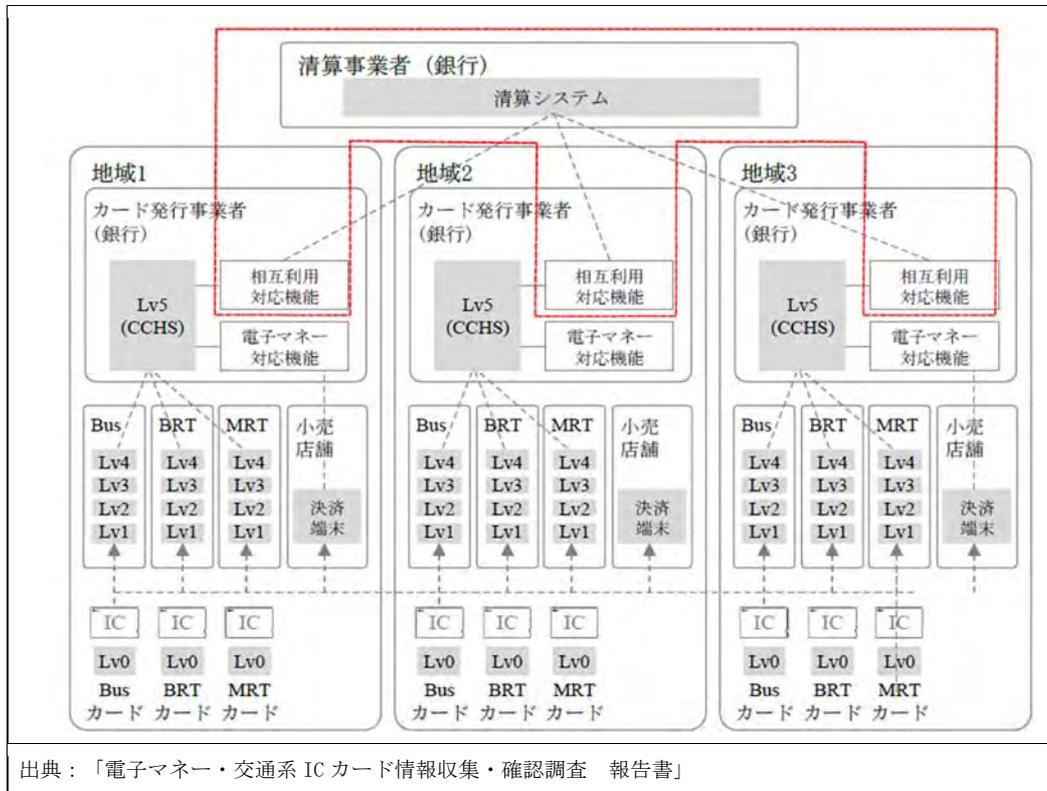


図 5.4.14 統合 IC カード全体システムの構成（第四段階）

地域間で取り扱う NFC が異なる場合は Lv0-1 での改修が、データフォーマットや暗号キーが異なる場合は Lv0-4 における改修が必要となる。

なお、統合 IC カードを地域間で連携させて行くにあたり、各地域間で連携せずに構築されたものを接続するより、最初の構築段階で統一された規格・データフォーマットで設計されているものを連携させる方が、わが国の事例から見ても投資コストの観点から優位であると言える。

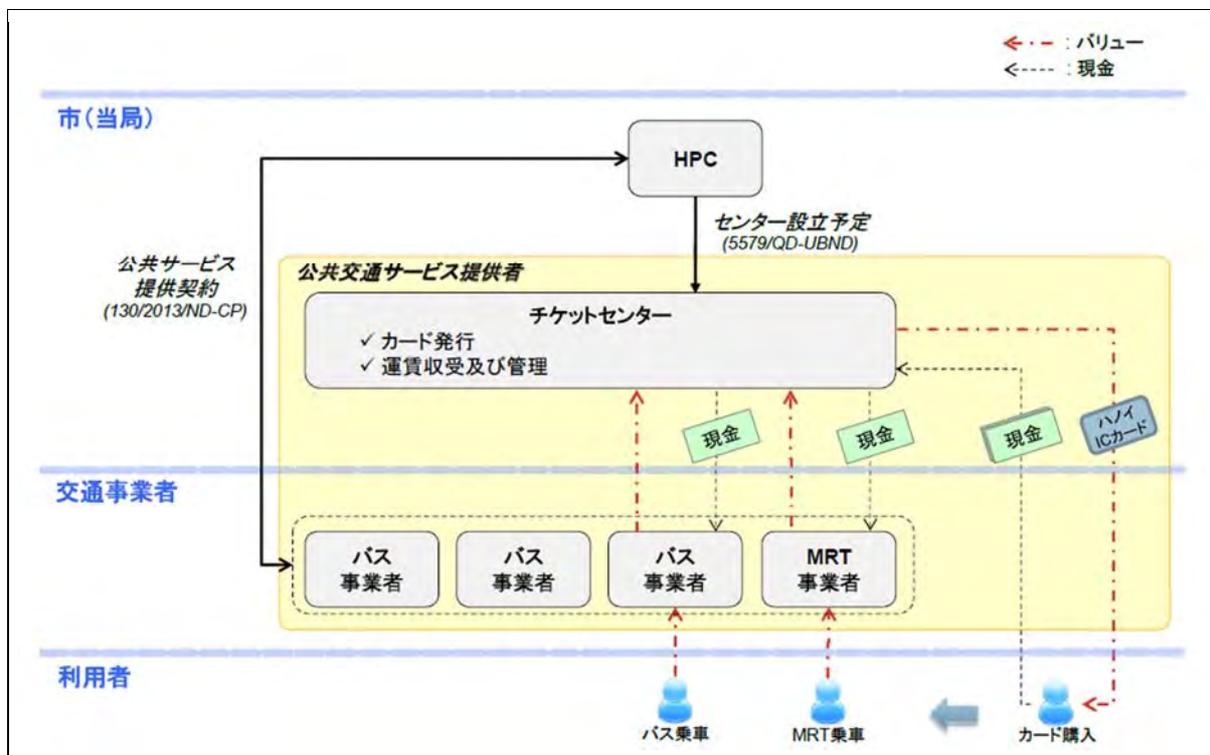
わが国の国土交通省は、ベトナム国交通事業に対する支援の一環として、各交通モード間で IC カードの相互利用を可能とするために最低限必要な技術的基盤（カードフォーマット及びデータフォーマットの枠組み）を規定した「ベトナム都市交通における相互利用を実現するための共通技術規格および設計ガイドライン」を 2013 年 2 月に策定し、交通省(MOT: Ministry of Transport)へ提示している。さらに、2014 年 3 月には、上記規格を実装する際に必要となる IC カードのエンコード方法や実運用を想定した業務の流れやデータ授受方法等、より詳細な仕様を定めた共通実装仕様を策定している。

このような知的財産を構築当初より活用し、将来の相互利用に備えることはベトナム国の利便性向上を比較的低予算で実現するための布石になると言える。

(ハノイ市における統合 IC カードの在り方)

ハノイ市では、Ticket System Administration Center(以下、チケットセンター)が交通系 IC カードを一括発行する方針で計画策定を進めている。また、同市では当面は電子マネーといった非公共交通向けに IC カードを利用する計画はないということであったことから、カード発行・決済に係るビジネスモデルは図 5.4.15 のようになる。

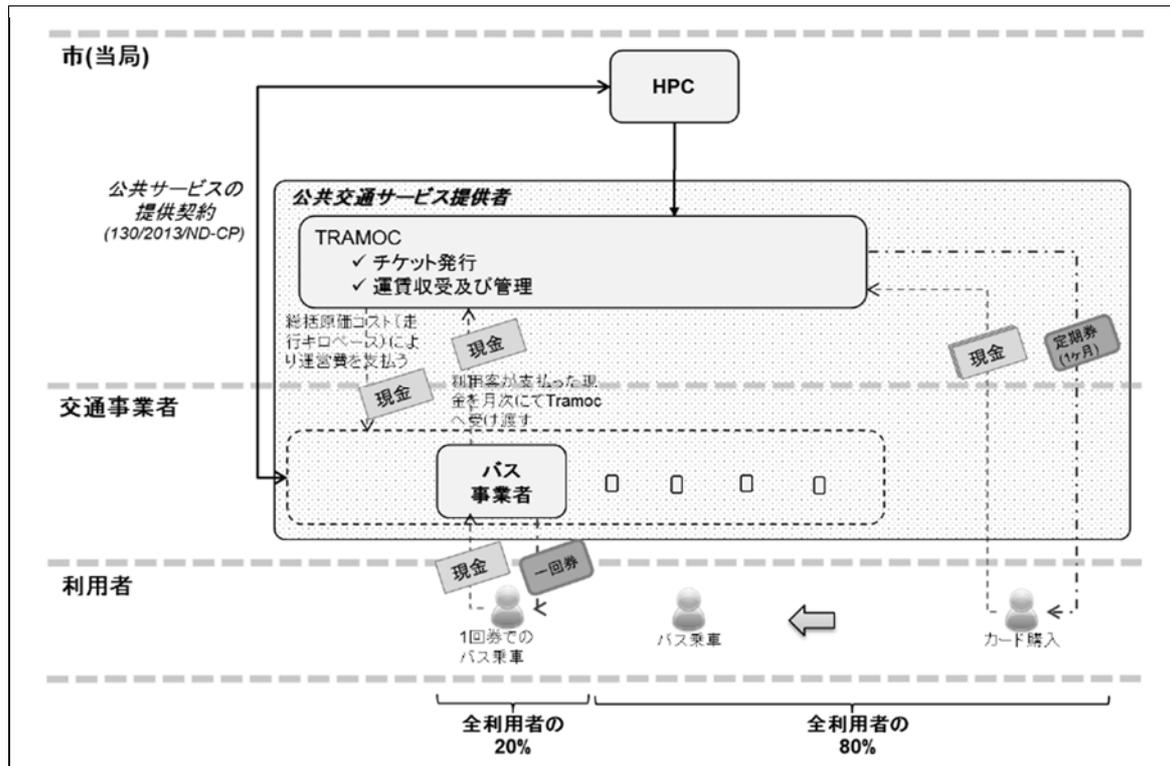
ベトナムにおけるカード決済は国家銀行の決定 20 の第 2 条において『カード発行体が自ら提供する財・サービスへの支払いのみに使われるカードは同決定の範囲外』とされている。ハノイ市が自ら提供する公共交通サービス向けに市管轄のチケットセンターが発行するカードという位置づけになるため、前述の決定 20 第 2 条に該当すると言えることから、銀行が関与せずカード発行が行えると言われている。



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.15 ハノイ市公共交通における IC カードのビジネスモデル

なお、既存公共交通であるバスでは、公共交通管理センター (TRAMOC: Hanoi Urban Transport Management and Operation Center) が一括してチケットを管理していることから、同様なチケット発行及び運賃收受管理のスキームを踏襲して BRT や MRT といった新路線を追加していけば、制度的な対応は難しくないとと言える。(図 5.4.16)



出典：「電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」

図 5.4.16 既存ハノイ市公共交通におけるバスチケット販売モデル

定期券についても一部の発行業務はバス会社に委託されている。

(具体的に整理・検討が進められている事項)

下記の IC カード調査の 5.2.2～5.2.5 章に示される各項目については、JICA 調査団と DOT および TRAMOC のメンバーによって内容を確認した上で、整理がされている。

尚、詳細については「ベトナム国 電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」第 5 章 5.2.2 から 5.2.7 を参照いただきたい。

- 5.2.2 チケットセンターの主要業務
- 5.2.3 上位システムの在り方の検討
- 5.2.4 チケットセンターの組織体制
- 5.2.5 チケットセンターの設立工程
- 5.2.6 上位システムの導入・保守・更新コスト
- 5.2.7 都市鉄道 1 号との相互利用について

(3) JICA による「ハノイ公共交通改善プロジェクト」における IC カード実証実験について

下記の概要により 2014 年 7 月サービスイン～2015 年 7 月迄実施された。

- 導入路線 : TRANSERCO No. 6 Ben Xe Giap Bat Ben～Xe Thuong Tin・Cau Gie
- 車載器設置台数 : No. 6 用の 26 台
- 定期券発売所 : 市内 20 か所
- IC カード発売枚数 : 約 20 万枚
- カードタイプ : SONY 製 FeliCa AES
- フォーマット :
 - 日本国の国土交通省による支援によって策定された「共通技術規格」および「共通実装仕様」定期期限認証方法 事業者個別領域に、定期券の有効期限を電子データで登録することにより、バス利用日に車載器側の日付と有効期限を照合して認証
- カードデザイン :
 - 車載器未設置路線では、車掌による目視認証が必要なため、従前アナログ式の月別領収書シールの貼付可能なデザインとして、No6 以外の路線で目視運用



図 5.4.17 ハノイの IC カード実証実験

(4) JICA による案件形成中の「ハノイ公共交通 IC カード相互利用開発支援プロジェクト」について

本件については、2015 年 12 月に実施された JICA による事前調査を経て、本調査時点では、案件形成に向けハノイ市 DOT と協議中であり、具体的内容は公表されていない。

ハノイ市において現在建設が進められている都市鉄道 2A 号線、3 号線、BRT は、各ドナーが推奨するカード Type で納入されることから、駅自動改札機やバス車載器の読取装置はどのカード Type であっても読取可能なマルチ端末（読取装置を NFC 規格とすること）を採用することが、ハノイ市より各ドナーに要請されている。

しかし各国の IC カード技術規格が異なるため、各カードでハノイ市内の各都市鉄道線・BRT・路線バスが相互利用できるようになり、且つカード発行機関（「チケットセンター」又は「PTA」）が預り金残高を精算するために必要となる技術規格の統一に向けた議論や、上位の相互利用の清算機能を有するサーバー構築に向けた具体的な計画立案・推進の議論は進んでいないものと考えられる。

本案件では、1 枚のカードで各輸送モードを利用できるようにするための共通技術規格の策定といった技術支援や、「ベトナム国 電子マネー・交通系 IC カード情報収集・確認調査 報告書」に記載されているとおり、チケットセンターや上位システムに関する事項が、本プロジェクトの対象になるものと思われる。

5.4.2.4 本 BRT 事業における運賃収受方法

(1) 本 BRT に必要な IC カードシステムの必要な機器構成

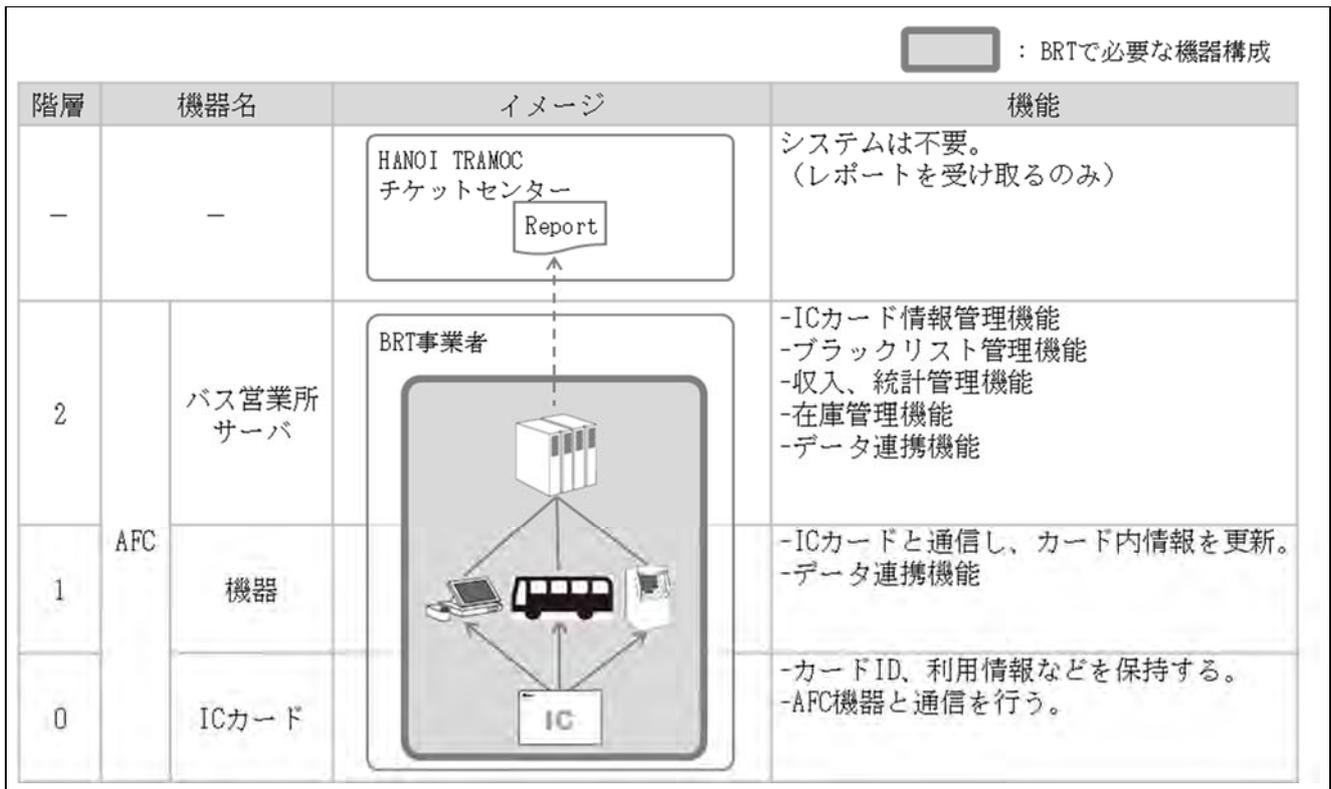
AFC の機器構成は、IC カードの利用箇所／件数が拡張すると共に、機器構成も拡大する。本調査の BRT 事業も、将来的には周辺の都市鉄道や路線バスと IC カードの連携が必要になると推察される。

そのため、BRT に必要な AFC の機器構成について、以下の二段階に分けて検討を行う。

- 第一段階 本 BRT のみで交通系 IC カードの利用を開始
- 第二段階 ハノイ市内の BRT・路線バスおよび都市鉄道と、交通系 IC カードの連携を行う

a) 第一段階

本 BRT のみで交通系 IC カードの利用が開始される際、対象路線は 1 路線で、バス営業所は 1 箇所と想定している。その場合、最低限必要になるのは Level 0/1/2 の構成となり、Level 3/4/5 は必ずしも必要ではない。



出典：JICA 調査団

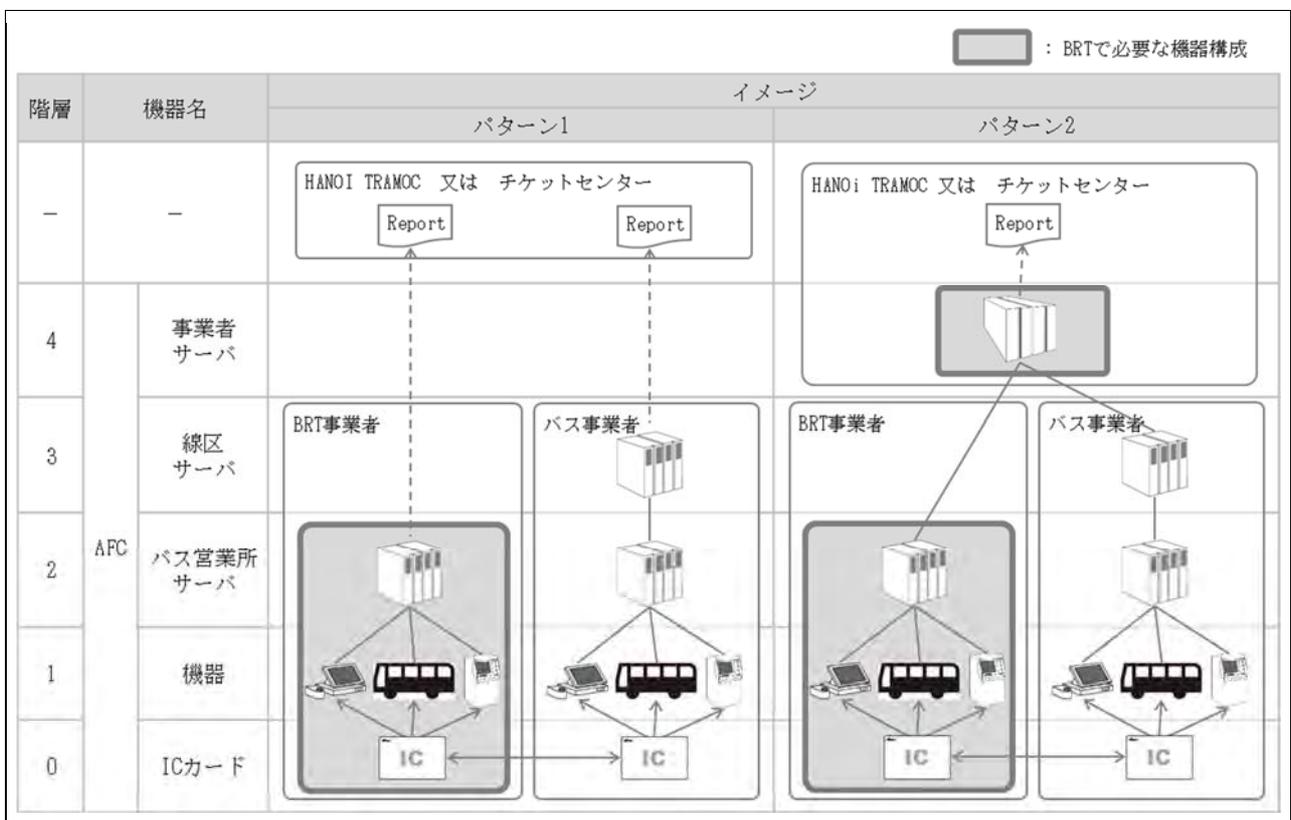
図 5.4.18 第一段階に必要な AFC 機器構成

b) 第二段階

ハノイ市内の BRT・路線バスおよび都市鉄道と交通系 IC カードを連携する際、機器構成としては、下図に示す様に 2 つのパターンが想定される。

1 つは、路線バス側で Level0/1/2/3 を構築し、Level4 は構築しないというパターンである。この場合、BRT 事業者・路線バス事業者・都市鉄道事業者は、それぞれ収入・統計などのレポートを作成し、チケットセンターへ提出する。チケットセンターは、BRT・路線バス・都市鉄道の全体の数値を集計する場合、レポートを元に手動で集計を行う必要がある。

2 つ目は、路線バス側で Level0/1/2/3 を構築し、BRT・バス共通の Level4 を構築するパターンである。BRT 事業者とバス事業者は、それぞれ収入・統計のデータを作成し、Level4 へ送信する。チケットセンターは、全体の数値を集計する場合、Level4 から自動的にレポートを出力することができる。



出典：JICA 調査団

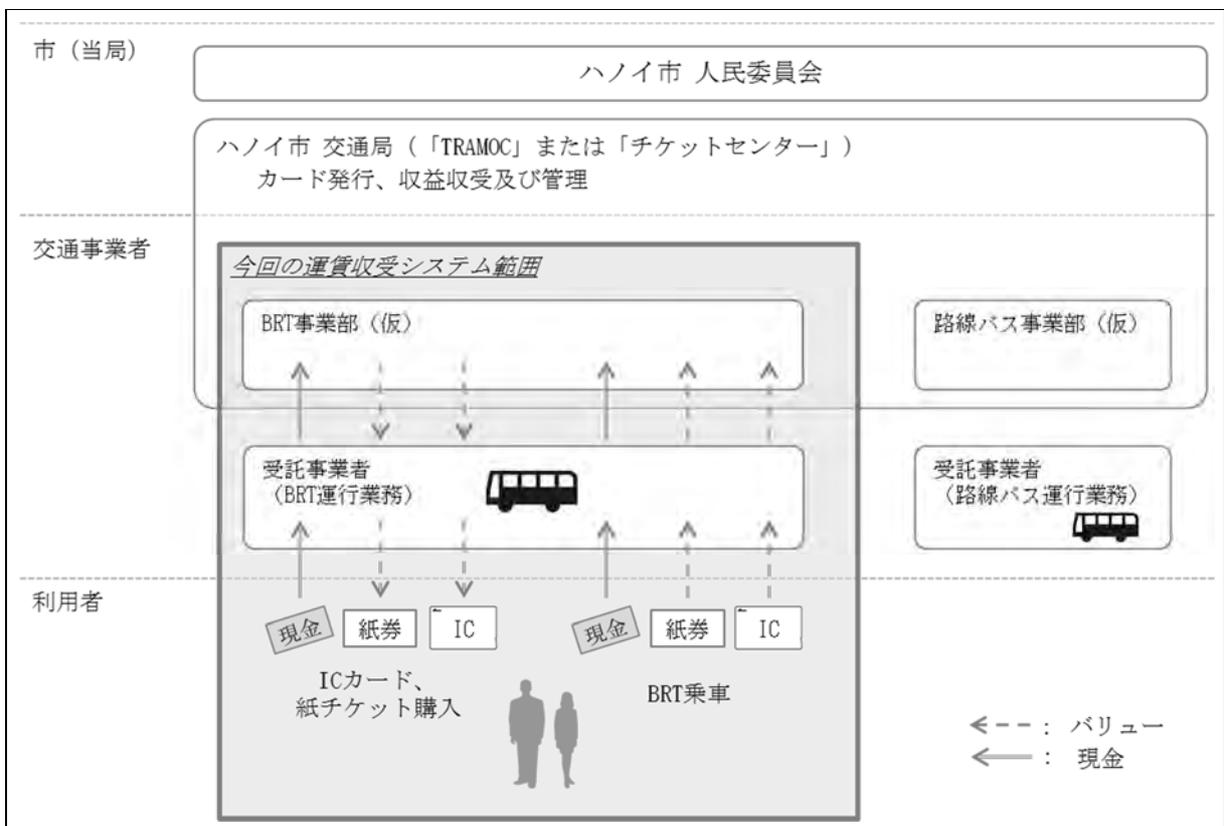
図 5.4.19 第二段階で必要な AFC 機器構成

(2) AFC の要件

本 BRT の AFC 要件について整理する。

a) 各機関の役割分担

本 BRT は、ハノイ市 DOT（「TRAMOC」または「チケットセンター」）の管理の下で、外部の受託事業者が BRT 運行业務を代行すると想定される。そのため、実際に BRT 利用者と交通系 IC カード・紙チケットの販売・乗車利用などの処理を行うのは、この受託事業者になると考えられる。また、IC カード・紙チケットの販売で收受された現金は、ハノイ市 DOT で集約・管理される場合と、受託事業者自身が集約・管理する場合が考えられる。ハノイ市 DOT（「TRAMOC」または「チケットセンター」）が現金を集約・管理する場合の役割分担について、以下図に示す。

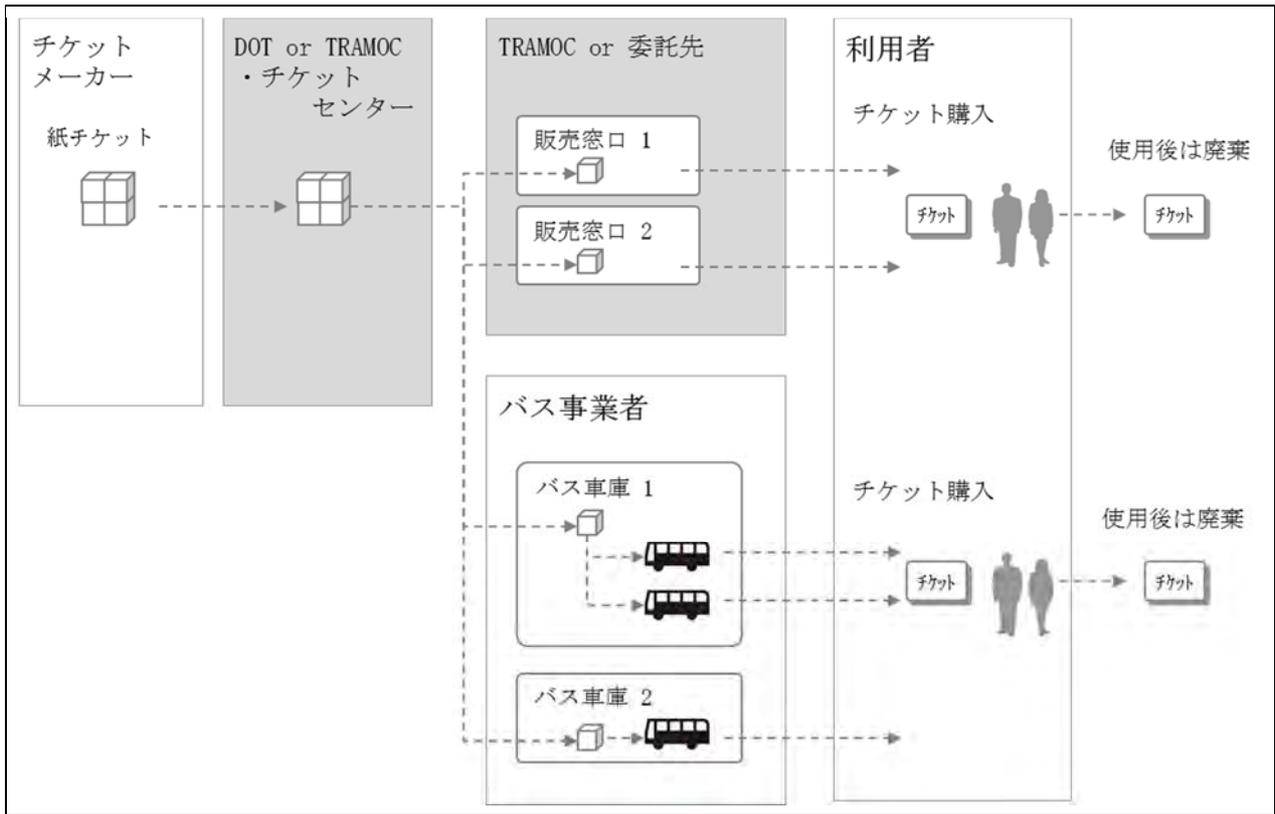


出典: JICA 調査団

図 5.4.20 各機関の役割分担概念図

b) チケット発行管理

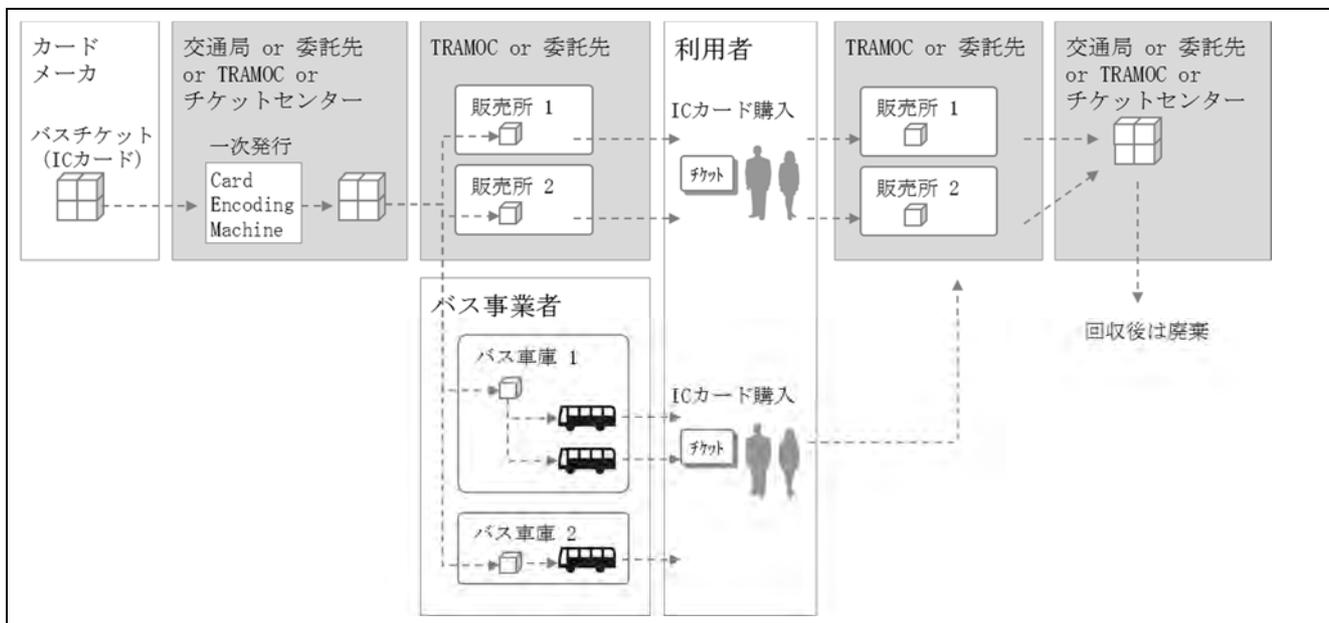
本 BRT のチケット発行業務は、チケット管理責任を持つハノイ市 DOT（「TRAMOC」または「チケットセンター」）や、「TRAMOC」の業務委託を受けた事業者が、各販売窓口で行うことが想定されている。紙チケットの調達方法は、「TRAMOC」または「チケットセンター」が一括購入する場合と、委託先（販売窓口、バス運行事業者など）が、直接チケットメーカーから購入する場合がある。「TRAMOC」または「チケットセンター」が、紙チケットを一括購入する場合について、下図に示す。



出典: JICA 調査団

図 5.4.21 紙チケットの発行業務

本 BRT の交通系 IC カード発行業務は、紙チケットと同じく、チケット管理責任を持つ「TRAMOC」または「チケットセンター」や、TRAMOC の業務委託を受けた事業者が、各販売窓口で行うことが想定されている。交通系 IC カードは、TRAMOC またはチケットセンター、或いは委託先の Card Encoding Machine (購入した IC カードを初期化する機器)でフォーマット処理を行い、利用者への発売(二次発行)は、各販売窓口で実施されると想定されている。



出典: JICA 調査団

図 5.4.22 交通系 IC カードの発行業務

(3) 車載器を含む関連機器のコスト負担

公共交通ネットワークが発達した日本では、IC カードシステムを構成するバス専用の車載器 (R/W)、釣銭式料金機および運賃表示器など (以下「ワンマン関連機器」という) は、日本全国の数万台のバスに対して 2~3 社のメーカーによって納入され、1 台当たりの機器コストは 2 百万円以内となっている。

日本製の車載器 (R/W) やワンマン関連機器 (対キロ運賃の表示機器を含む) は、40 年以上前の車掌廃止によってワンマン運行を図るための機械化の開発に始まり、各機器のデジタル化の移行の中で発展を遂げてきた複雑な日本独特な機器であり、簡易な運賃収受を前提とした欧州諸国向けや東南アジアなど発展途上国向けの輸出やシステム開発の実績はない。

これらの日本製のワンマン関連機器をベトナム向けに輸出する場合は、高額な新規ソフトウェア開発が必要となり、本 BRT に導入したとしても 100 台程度に過ぎず、大量導入といったコストメリットが出ない為、一台当たりの機器単価が高額となる。

(4) IC カードへの入金環境整備のためのコスト負担

日本では、鉄道・バスの公共交通ネットワークが網目のように形成されているため、利用者による IC カードへの入金、バス車内でも実施はできるものの、大部分の利用者が最寄りの鉄道駅で実施しているのが実情となっている。

一方、ハノイや HCM では都市鉄道の整備が開始されつつあるが、公共交通ネットワークが形成されるとは言えない状況下で BRT や路線バス利用者に IC カードを普及させるには、バス定期券発売所が市内 40 カ所以上はあるものの周辺に駅や発売所がない停留所も多いためバス車内で入金 (チャージ) ができる環境を整備する必要がある。

特に、ワンマン運行するためにはベトナム紙幣に対応した IC カードへの自動入金機器の開発が必要となるが、日本のバス機器メーカーでの開発実績も無く、鉄道機器メーカーによって開発した場合大量導入といったメリットがないため非常に高額となる。

一方で、機器による自動化を図らずに車掌による入金 (チャージ) 業務を実施させる対応も考えられるが、車掌を長期的に維持した場合、ワンマン化による労務コスト削減といった効率化を図れないこととなり、人件費の上昇でコスト増加を招くことに成る。

(5) IC カードシステムの投資効率 (費用対効果) と今後の方向性

以上のように、公共交通ネットワークが発展しているとはいえない状況で、本 BRT のみという限られた台数のバスに対して、1 台当たりの投資コストの低廉化が図られないまま導入することは、投資効率が余りにも悪い。

一方で、ハノイ市路線バス全車両への IC カードシステムの導入に向けた検討が進みつつあるため、JICA で案件形成中の「ハノイ公共交通 IC カード相互利用開発支援プロジェクト」や新たな円借款などによって日本式 IC カードシステムがハノイ市路線バスで導入されることになれば、同一システムを活用することによって、上位のサーバーを共有でき、車載機器やワンマン関連機器の大量生産によって機器コストは低廉化するので、投資効果は十分に見込める。

ただし、ハノイ市路線バスに日本式 IC カードシステムが導入されない場合は、本 BRT もハノイ市路線バスで採用される方式 (TypeA または TypeB) に併せるのが、最も投資効果が高くなる。

(6) ワンマン化と車掌廃止に向けた方策について

現在のハノイ市路線バスでは、原則としてバス車内での車掌による現金収受が実施されており、バス停における停車時間も最短であると言える。

ワンマン化を実施する上で注意が必要なのは、IC 化への移行期間における現金収受への対応であり、ホーチミン市で試行されているワンマン化を見る限り、釣銭返済に労力を割かれるために安全運転を脅かす状況すら発生している。

本 BRT やハノイ市路線バスに IC カードシステムを導入したとしても、バス利用者による現金から IC カードへの移行には数年間を要し IC カードの普及・定着には、日本における実績を見ても 5 年以上の期間が必要となる。この期間は、運転士による現金収受の作業負担の軽減を図り安全運行の確保といった観点から、車掌による現金収受の継続や IC カードへの入金対応（自動入金機器の開発にも数年間を要するため）も必要になると言える。

また、ワンマン化するとしても現状で採用されている車掌の配置転換を一気に行う事は不可能であり、日本でもそうであったように、定年退職による自然減（つまり新規採用をしない）を中心に 10 年程度の期間を設けて車掌数を削減していき、IC 化率の上昇に反比例して現金収受（釣銭返済）は減少するので、IC 化率の高い路線からの順次ワンマン化を実施していくべきである。

以上のことから、本 BRT においても、当面の期間は車掌による現金収受や IC カードへの入金対応が考えられる。

これは運転士も同様であるが、都市鉄道の運行開始に伴って実施されるハノイ市路線バスの路線再編成によって車両数は減少するものと推測され、ハノイ市路線バスを運行する事業者では余剰人員が発生することから、本 BRT が運行する事業者や営業所に配置転換することが考えられる。

5.5 交通管理計画の検討

BRT の円滑な運行を実現するための交通管理計画として、公共車両優先システム (PTPS; Public Transportation Priority System) について検討する。PTPS は、公共交通 (ここではバスとする) が優先的に通行できるように支援するシステムのことであり、バス専用レーンの設置や優先信号制御などを合わせたものである。

PTPS の主な効果として、以下が挙げられる。

- バス運行の定時性確保
- バスの信号停止時間の短縮
- バスの安全性の確保
- バス利用者の利便性向上及びバスの利用促進

本節では、BRT 専用レーンを一般車線に設置する場合の交差点処理への影響と、BRT 優先信号による信号制御を実施する際の効果等について検討する。

5.5.1 ハノイ市における交通管理及びバス運行管理の状況

5.5.1.1 ハノイ市における交通管理の状況

現在、ハノイ市には 900 箇所以上の交差点があり、そのうち 265 箇所に信号が設置されている。信号は、交通管制センターにて監視・制御されている。なお、ハノイ市では、バス優先信号制御は導入されておらず、今後導入する計画も今のところない。ハノイ市でバス優先信号を導入する場合、BRT 路線以外の一般車両への影響や、導入のためのコスト的な問題が考えられる。導入課題については 5.5.4 に詳述する。



出典: JICA 調査団

図 5.5.1 ハノイ市の信号機

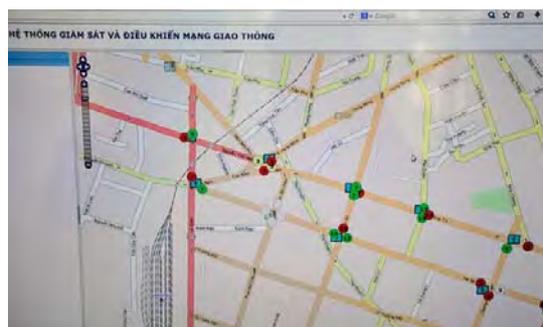
ハノイ市の交通管理システム (交差点における信号制御や監視カメラ等) は、円滑な交通管理と安全の確保を目的に 1996 年から運用されており、2015 年には約 12 億円をかけてシステムの改修が実施された。交通管理システムの設置はハノイ市交通局、運用は交通警察が担い、補修や維持管理は両者が行っている。

交通管制センターでは 450 の監視カメラのデータを活用して、交通量に応じて信号サイクルを自動的に修正している。監視カメラ 450 の内訳は、監視：50、交通量計測：300、取締り 100 となっており、152 箇所の交差点に設置されている。交通管制センターの改修により、これまで以上に交通状況に応じた迅速な信号サイクルの変更が可能となっており、特にピーク時間帯では、カメラが自動的に交通量を測定し、管制センターにデータを送信している。また、この監視カメラは、交通違反の検出し、車両のナンバープレートを特定することができる。



出典：HDOT

図 5.5.2 ハノイ市の交通管制センター



出典：HDOT

図 5.5.3 信号サイクル管理の画面



出典：HDOT

図 5.5.4 ハノイ市の監視カメラ

5.5.1.2 ハノイ市におけるバス専用レーンの状況

ハノイ市には、Nguyen Trai（グエン チャイ）バス専用レーンと Yen Ph（イエン フー）バス専用レーンの2つのバス専用レーンがある。

(1) Nguyen Trai（グエン チャイ）バス専用レーン

Nguyen Trai（グエン チャイ）バス専用レーンは、延長約5kmで、2004年から運用されている。バス専用レーンは、自動車の車線と、自動車以外の車線の上に位置している。そのため、バスがバス停に停車する際の自転車等との錯綜、支線から本線に流出入する交通とバスとの錯綜が問題となっている。また、アスファルト舗装がバスの荷重に耐えられず、舗装が劣化するという問題も生じている。



図 5.5.5 Nguyen Trai（グエン チャイ）バス専用レーン

(2) Yen Ph（イエン フー）バス専用レーン

Yen Ph（イエン フー）バス専用レーンは、延長約1.3kmで、2014年から運用されている。バスレーンに沿って4箇所のバス停があり、多くの路線バス（No. 04、08、23、31、41、50、54、55、58、86）が運行している。



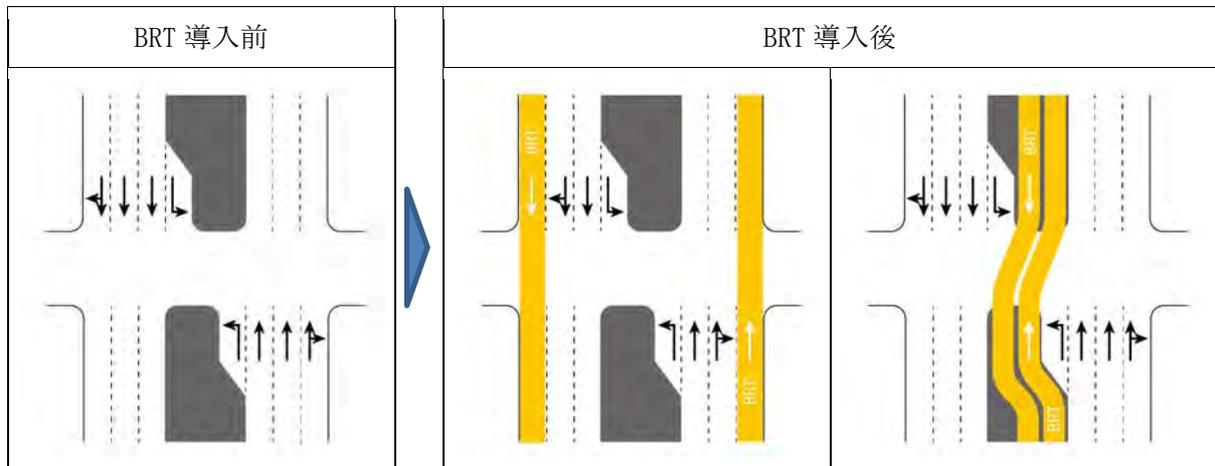
図 5.5.6 Yen Ph（イエン フー）バス専用レーン

5.5.2 バス専用レーンの設置による交差点処理への影響検討

5.5.2.1 検討の方法

(1) 検討の目的

BRT 専用レーンを設置する場合の交差点処理への影響を分析する（交差点解析の実施）。なお、今回の交差点解析は、日本の技術手法を適用し、簡易交通量調査で計測可能なデータを用いて算出するため簡略化（車線別の評価は実施していない）している。



出典：JICA 調査団

図 5.5.7 BRT 専用レーンのイメージ

(2) 交差点解析の数値指標

交差点解析は、以下の 2 つの指標を用いる。

1) 交差点需要率（交差点飽和度）

交差点需要率とは、交差点に対して与えられている各通行権（各方向からの交通流）の需要率（交差点流入部及び車線ごとの実交通量と、飽和交通流率*1 との比率）の合計値をいう。

日本では一般的に、交差点需要率が 0.9*2 より大きくなると、各流入部に長い待ち行列が生じ、交通の遅れが増大するとされている。ハノイでは赤信号時でも見切り発車するバイク・自動車が多いため、ここでは交差点需要率 1.0 を基準とする。

交差点需要率は、交差点の交通処理を評価する定量的指標として一般的に用いられており、交通量、信号現示サイクル、交差点構造をもとに算出される。

*1 飽和交通流率：信号が青を表示している時間の間中、車両の待ち行列が連続して存在しているほど需要が十分にある場合に、交差点流入部を通過し得る最大流率

*2 基準 0.9 の意味：信号 1 サイクルの中には、黄色・全赤等により、各方向とも通行不可能な時間（クリアランス時間）がある。一般的に、このクリアランス時間が 1 サイクルに占

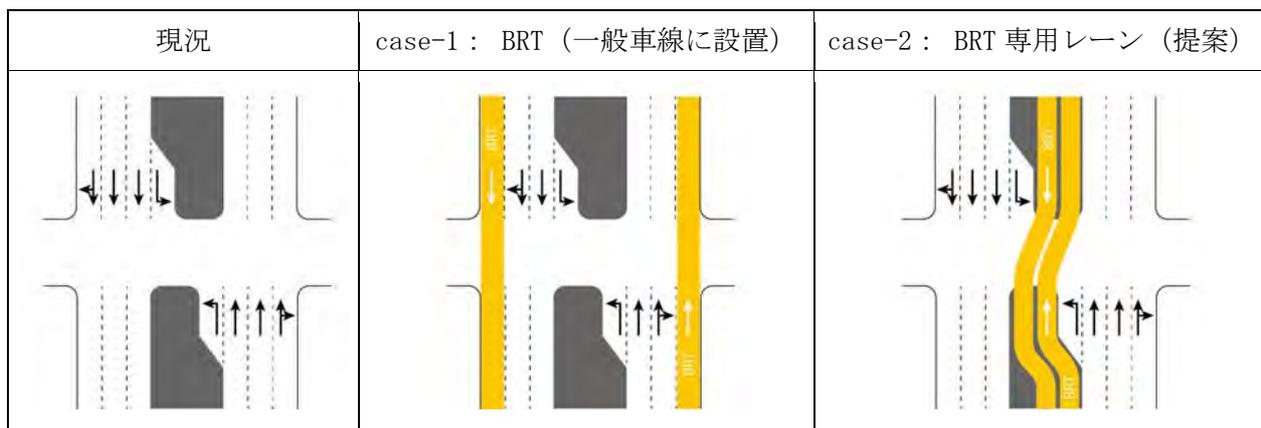
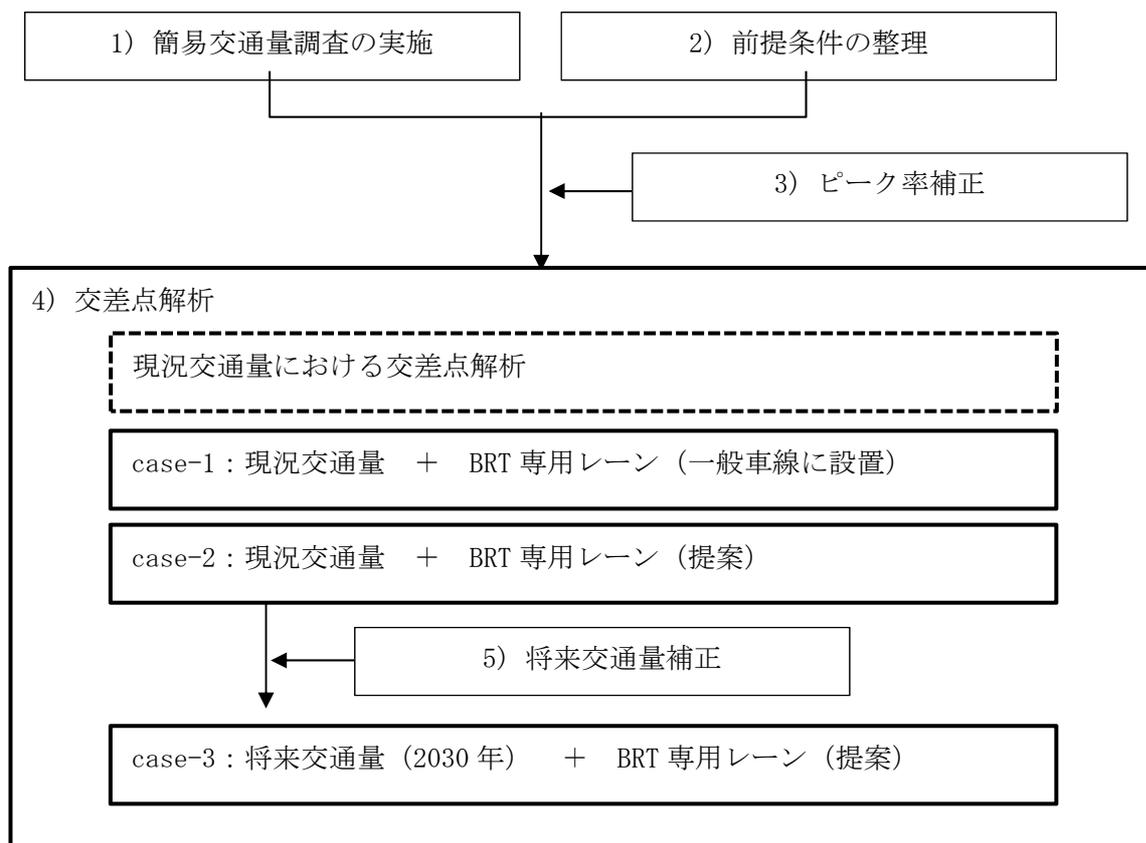
める割合は約 1 割 (0.1) とされており、全体からそれを除いた 0.9 が基準値として用いられている。

2) 混雑度

交通容量（通過できる 1 時間あたりの車の台数）に対する、実交通量の比をいう。交通容量は、交差点需要率を算出する過程で算出され、実交通量から除することで混雑度が算出される。本調査では交差点の方向別に混雑度を算出するが、より詳細に検討する場合は、車線別に混雑度を算出する。混雑度が 1.0 より大きいと、混雑しているとされる。

(3) 検討の流れ

現況の交通量をベースに、BRT 専用レーンを一般車線に設置する場合だけでなく、BRT レーンとして中央分離帯の活用や、アンダーパス/オーバーパスによる交差点の通過といった BRT レーンの“提案”の場合について、BRT 専用レーンを設置する場合の交差点処理について検討する。さらに、将来（2030 年）時点についても検討する。交差点解析の検討は、以下に示す流れで実施する。



出典: JICA 調査団

図 5.5.8 交差点解析の検討の流れ

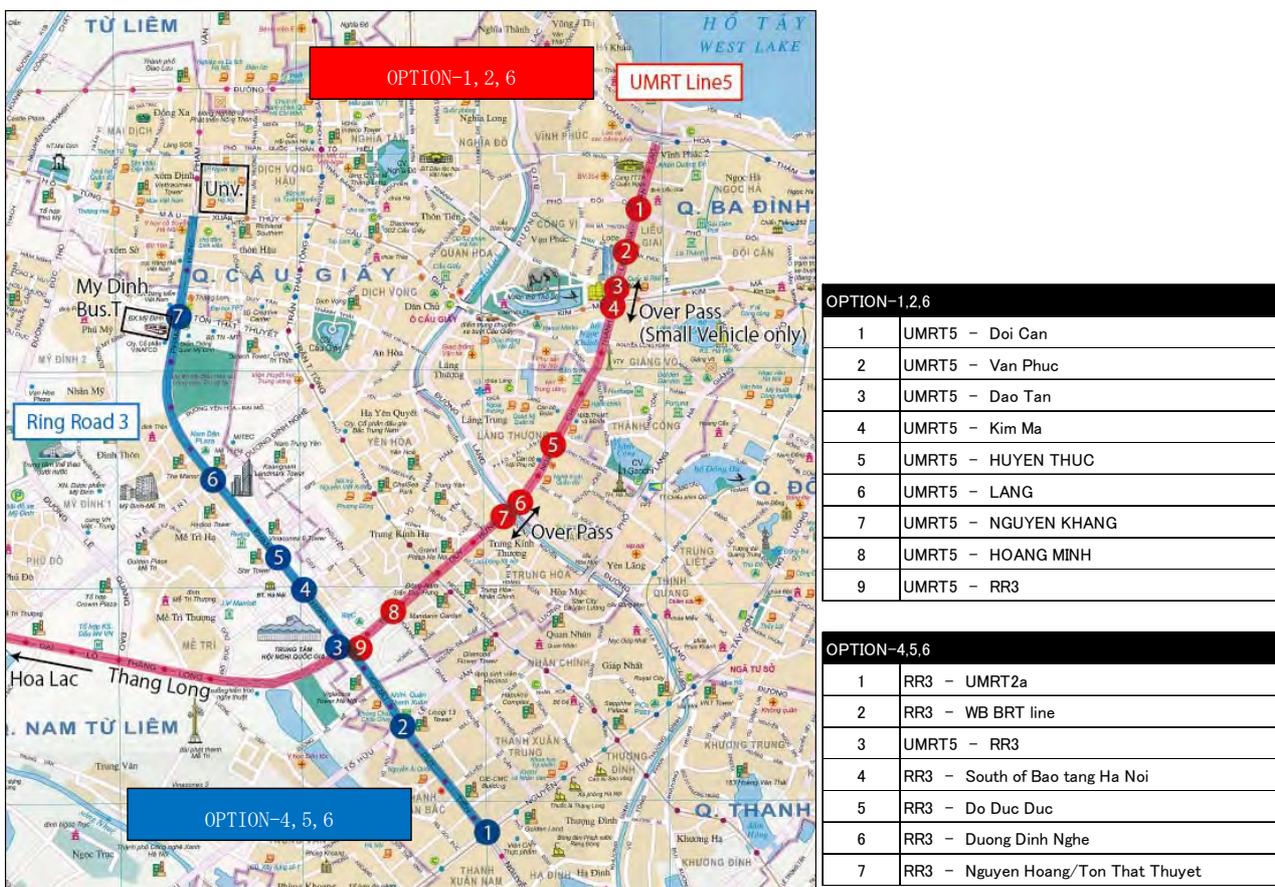
1) 簡易交通量調査の実施

BRT 代替路線の信号交差点を対象に、調査団による簡易交通量調査（調査日一時点の計測、全方向の交通量計測が難しい場合、対向車線の交通量は同程度と仮定）を実施した。

調査項目は以下の3つである。

- a) 交通量
- b) 信号現示（信号サイクル）
- c) 交差点の車線構成

BRT 路線及び検討対象の交差点を図 5.5.9 に示す。交差点解析を実施する信号がある交差点は、OPTION-1, 2, 6 に 9 箇所、OPTION-4, 5, 6 に 7 箇所ある。



出典：JICA 調査団

図 5.5.9 検討対象の路線及び交差点の位置

2) 前提条件の整理

信号交差点の飽和交通流率の基本値は、表 5.5.1 に示す飽和交通流率を基本として、交差点の道路交通条件に応じた影響要因による補正を行って設定する。影響要因としては、交差点形状（交差角や視認性）、車種構成（大型車や二輪車が多い等）、右折/左折車が多いなどが挙げられる。また、バイクの交通量は、今回の簡易交通量調査では実測していないため、METROS 調査における交通量調査結果（表 5.5.2）及び現地の状況を鑑み、自動車交通量の 3 倍と仮定した。

表 5.5.1 信号交差点の飽和交通流率の基本値

車線の種類	飽和交通流率 [pcu / 青 1 時間]
直進車線	2,000
左折車線	1,800
右折車線	1,800

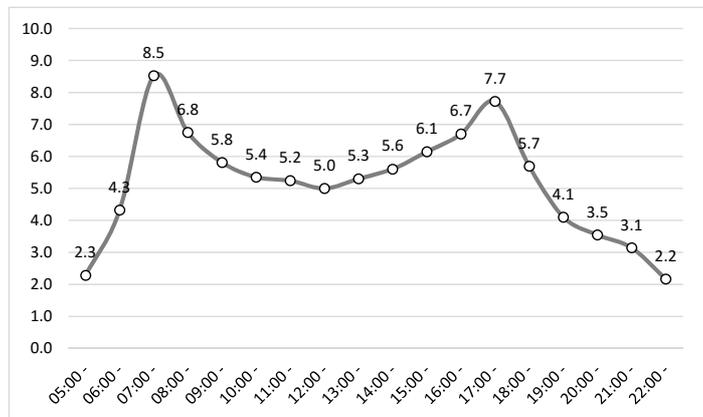
表 5.5.2 旧ハノイ市域における代表交通手段

	2005年		2013年		2013年/2005年	推定
	台数(1000台)	割合(%)	台数(1000台)	割合(%)		
自転車	1,598	24%	2,056	19%	1.3	→ 20%
バイク	4,078	62%	6,785	64%	1.7	→ 60%
自動車類	869	13%	1,730	16%	2.0	→ 20%
total	6,545	100%	10,571	100%	1.6	

出典) METROS 調査

3) ピーク率補正

簡易交通量調査では、各交差点の計測時間帯は 1 日のうちの一時点であり、ピーク時間帯に限らないため、既存調査（METROS）における時間別交通量のデータを用いて、ピーク時交通量に換算する。時間別交通量の分布をみると、ピーク率（ピーク時における時間交通量の日交通量に対する比率）は、8.5%（朝 7 時台）である。



出典：METROS 調査結果を加工

図 5.5.10 都心部スクリーンライン調査における交通量の時間別分布

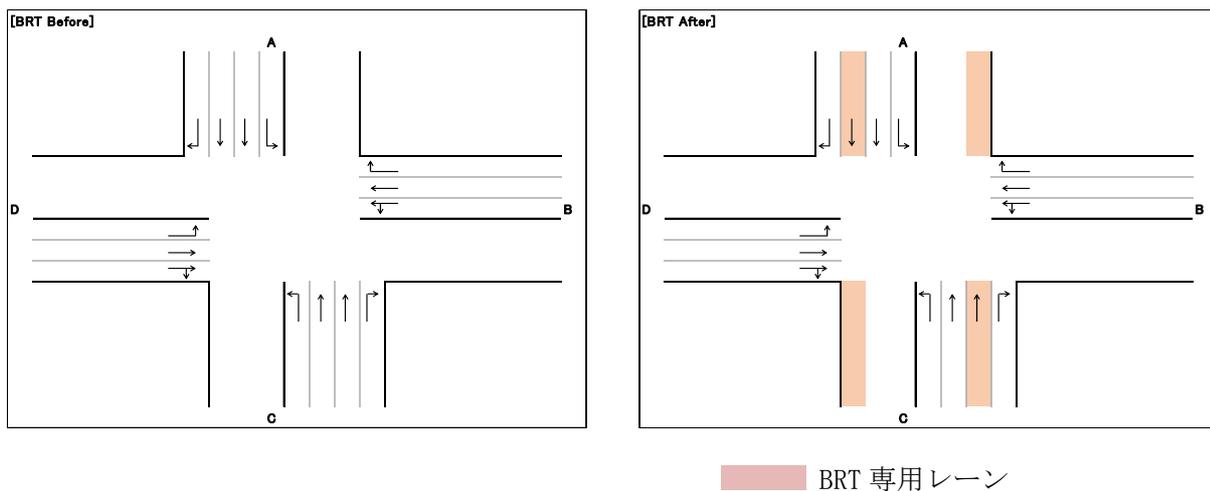
4) 交差点解析の考え方

簡易交通量調査結果にピーク率補正をして、BRT 専用レーン導入前後の、交差点需要率及び方向別混雑度を算出する。

第一車線を BRT 専用レーン（図 5.5.11、オレンジで着色）とする場合、直進レーンが減少することになる。これによる交差点処理への影響について、交差点需要率及び方向別混雑度の指標により評価するものである。

例として、OPTION-1, OPTION-2 の交差点 No.1 における検討結果を以下に示す。BRT 専用レーンを一般車線に導入した場合の交差点への影響として、下記が想定できる。

- イ) BRT 専用レーンを設置する A・C 方向の交通容量が約 35%減少する。（設置前：2220 台/時間から設置後：1450 台/時間）
- ロ) BRT 専用レーンを設置することにより、交差点需要率は 0.938 から 1.134 に増加する。交差点需要率が 1.0 を超えると、各流入部に待ち行列が生じ、交通の遅れが増大すると考えられる。
- ハ) C 方向の混雑度は 0.86 から 1.32 に増加する。一般的に混雑度が 1 以上で混雑するとされている。



出典：JICA 調査団

図 5.5.11 BRT 専用レーン設置に伴う車線構成の例（OPTION-1, OPTION-2 の交差点 No.1）

表 5.5.3 交差点解析結果の例 (BRT 専用レーン設置前)

現況交通量															
方向	phase 1			phase 2			phase 3								
	A-C (Left)			A-C (Straight, Right)			B-D								
飽和交通流率	A:	直進車線	1800 *	0 =	0	A:	直進車線	1800 *	2 =	3600	B:	直進車線	1800 *	1 =	1800
		左折車線	1600 *	1 =	1600		左折車線	1600 *	0 =	0		左折車線	1600 *	0 =	0
		右折車線	1600 *	0 =	0		右折車線	1600 *	1 =	1600		右折車線	1600 *	1 =	1600
		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0
		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	1 =	1500
		直右左車線	1400 *	0 =	0		直右左車線	1400 *	0 =	0		直右左車線	1400 *	0 =	0
				1600				5200				4900			
	C:	直進車線	1800 *	0 =	0	C:	直進車線	1800 *	2 =	3600	D:	直進車線	1800 *	1 =	1800
		左折車線	1600 *	1 =	1600		左折車線	1600 *	0 =	0		左折車線	1600 *	0 =	0
		右折車線	1600 *	0 =	0		右折車線	1600 *	1 =	1600		右折車線	1600 *	1 =	1600
		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0
		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	1 =	1500
直右左車線		1400 *	0 =	0	直右左車線		1400 *	0 =	0	直右左車線		1400 *	0 =	0	
			1600				5200				4900				
方向別交通量	A:	500			A:	1900			B:	1080					
	C:	500			C:	1900			D:	1080					
必要青時間率	A:	31.3% (500 / 1600)			A:	36.5% (1900 / 5200)			B:	22.0% (1080 / 4900)					
	C:	31.3% (500 / 1600)			C:	36.5% (1900 / 5200)			D:	22.0% (1080 / 4900)					
現況青時間率	A:	22.7%			A:	42.7%			B:	34.7%					
	C:	22.7%			C:	42.7%			D:	34.7%					
交通容量	A:	360			A:	2220			B:	1700					
	C:	360			C:	2220			D:	1700					
混雑度	A:	1.39			A:	0.86			B:	0.64					
	C:	1.39			C:	0.86			D:	0.64					
交差点需要率							31.3% + 36.5% + 22.0%								

出典: JICA 調査団

表 5.5.4 交差点解析結果の例 (BRT 専用レーン設置後)

現況交通量+BRT専用レーン(一般車線)															
方向	phase 1			phase 2			phase 3								
	A-C (Left)			A-C (Straight, Right)			B-D								
飽和交通流率	A:	直進車線	1800 *	0 =	0	A:	直進車線	1800 *	1 =	1800	B:	直進車線	1800 *	1 =	1800
		左折車線	1600 *	1 =	1600		左折車線	1600 *	0 =	0		左折車線	1600 *	0 =	0
		右折車線	1600 *	0 =	0		右折車線	1600 *	1 =	1600		右折車線	1600 *	1 =	1600
		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0
		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	1 =	1500
		直右左車線	1400 *	0 =	0		直右左車線	1400 *	0 =	0		直右左車線	1400 *	0 =	0
				1600				3400				4900			
	C:	直進車線	1800 *	0 =	0	C:	直進車線	1800 *	1 =	1800	D:	直進車線	1800 *	1 =	1800
		左折車線	1600 *	1 =	1600		左折車線	1600 *	0 =	0		左折車線	1600 *	0 =	0
		右折車線	1600 *	0 =	0		右折車線	1600 *	1 =	1600		右折車線	1600 *	1 =	1600
		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0		直右車線	1600 *	0 =	0
		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	0 =	0		直左車線	1500 *	1 =	1500
直右左車線		1400 *	0 =	0	直右左車線		1400 *	0 =	0	直右左車線		1400 *	0 =	0	
			1600				3400				4900				
方向別交通量	A:	500			A:	1900			B:	1080					
	C:	500			C:	1900			D:	1080					
必要青時間率	A:	31.3% (500 / 1600)			A:	55.9% (1900 / 3400)			B:	22.0% (1080 / 4900)					
	C:	31.3% (500 / 1600)			C:	55.9% (1900 / 3400)			D:	22.0% (1080 / 4900)					
現況青時間率	A:	22.7%			A:	42.7%			B:	34.7%					
	C:	22.7%			C:	42.7%			D:	34.7%					
交通容量	A:	360			A:	1450			B:	1700					
	C:	360			C:	1450			D:	1700					
混雑度	A:	1.39			A:	1.31			B:	0.64					
	C:	1.39			C:	1.31			D:	0.64					
交差点需要率							31.3% + 55.9% + 22.0%								

出典: JICA 調査団

5) 将来交通量補正

現況の交差点解析結果を基に、現況交通量から将来交通量の伸び率により、将来交通量を設定し、将来における BRT 専用レーン設置の交通処理検討をおこなう。

現況交通量：簡易交通量調査結果にピーク率補正した交通量

将来交通量：需要予測において算出した将来交通量（2020 年、2030 年）

将来交通量の伸び率（補正率）は以下のとおりである。

表 5.5.5 OPTION-1, 2, 6 における将来交通量伸び率（補正率）

単位：万台

	現況	2020 年	2030 年
平均 (Average)	4.2	4.4	4.6
Ho Tay～Kim Ma	3.6	3.9	4.1
Kim Ma～Duong Lang	4.1	4.3	4.5
Duong Lang～RR3	4.8	5.0	5.2
伸び率 (Growth rate)	1.00	1.06	1.10

表 5.5.6 OPTION-4, 5, 6 における将来交通量伸び率（補正率）

単位：万台

	現況	2020 年	2030 年
平均 (Average)	2.7	2.6	2.5
伸び率 (Growth rate)	1.00	0.96	0.93

将来の需要予測では、2020 年までに都市鉄道 2, 2A, 3 号線と BRT (OPTION-1, 2, 6) が整備、2030 年までに都市鉄道 1～4&6～8 号線と BRT (OPTION-1, 2, 6) が整備され、これら公共交通への転換も含まれた交通量である。また、ハノイ市の道路計画もフル整備される前提のため、将来の外郭幹線道路の交通量は緩和される傾向にある。

このため、環状 3 号線 (RR3) における将来交通量の伸び率は減少となっている。

5.5.2.2 検討結果

(1) OPTION-1, 2, 6

BRT 専用レーンを設置した場合、下記に挙げるような影響が生じることが試算された。

【case-1：現況交通量+BRT 専用レーン（一般車線に設置）の場合】

- OPTION-1, 2, 6 の一般車線に BRT 専用レーンを設置すると、多くの交差点で交差点需要率が基準値の 1.0 を上回ることが予測される。特に、OPTION-1, 2, 6 と RR3 の交差点 No. 9、Kim Ma との交差点 NO. 4 では交差点需要率・混雑度ともに高い数値となり交差点での混雑が予測される。

【case-2：現況交通量+BRT 専用レーン（提案）の場合】

- 中央分離帯のスペースを BRT レーンとして活用するほか、アンダーパス（交差点 No. 9）やオーバース（交差点 No. 3-4、6-7）での交差点の通過、左折規制による信号サイクル単純化（交差点 No. 8）などの工夫をすることで、当該交差点での一般車への影響を回避することができる。
- なお、集客力の高い施設が隣接する Kim Ma との交差点 NO. 4 では、BRT 利用者の利便性やバスの収益性の点では、オーバースで交差点を通過するより高架下を走行する方が望ましい。しかし、その場合は交通処理の点で課題となり、それぞれメリット・デメリットがある。

表 5.5.7 交差点解析結果 (OPTION-1, 2, 6)

case-1: 現況交通量 + BRT専用レーン(一般車線に設置)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
交通量	6,960	4,910	7,340	9,220	8,910	7,190	4,030	7,500	9,160
交通容量	7,020	5,980	6,640	5,940	7,940	5,970	3,940	9,000	6,210
混雑度	0.99	0.82	1.11	1.55	1.12	1.20	1.02	0.83	1.48
交差点需要率	1.092	0.734	1.430	1.657	1.120	1.331	1.053	1.076	1.054



case-2: 現況交通量 + BRT専用レーン(提案)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
交通量	6,960	4,910	7,340	9,220	8,910	7,190	4,030	7,500	9,160
交通容量	8,560	7,780	7,380	6,540	7,940	5,970	3,940	11,890	6,810
混雑度	0.81	0.63	0.99	1.41	1.12	1.20	1.02	0.63	1.35
交差点需要率	0.898	0.585	1.332	1.438	1.120	1.331	1.053	0.978	0.898



case-3: 将来交通量 + BRT専用レーン(提案)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
交通量	7,660	5,400	8,090	10,140	9,810	7,900	4,430	8,250	10,100
交通容量	8,560	7,780	7,380	6,540	7,940	5,970	3,940	11,100	6,810
混雑度	0.89	0.69	1.10	1.55	1.24	1.32	1.12	0.74	1.48
交差点需要率	0.989	0.643	1.464	1.582	1.233	1.464	1.157	1.080	0.991

※太字: 交差点需要率、混雑度1.0以上

※青字: アンダーパス/オーバースにより交差点通過

(2) OPTION-4, 5, 6

BRT 専用レーンを設置した場合、下記に挙げるような影響が生じることが試算された。

【case-1：現況交通量+BRT 専用レーン（一般車線に設置）の場合】

- OPTION-4, 5, 6 の一般車線に BRT 専用レーンを設置すると、多くの交差点で交差点需要率が基準値の 1.0 を上回ることが予測される。特に、交差点 No. 1 から No. 3 の区間においては交差点需要率・混雑度ともに高い数値となり交差点での混雑が予測される。

【case-2：現況交通量+BRT 専用レーン（提案）の場合】

- 中央分離帯のスペースを BRT レーンとして活用することで、当該交差点での一般車への影響を回避することができ、交差点需要率は、概ね 1.0 以下に抑えることができると予測される。ただし、交差点 No. 3 の混雑度が高い数値となっており、ピーク時を中心に数時間程度混雑する可能性が考えられる。
- ただし、将来（2030 年）の検討結果は、全体的に混雑が緩和されると予測されている。

表 5.5.8 交差点解析結果 (OPTION-4, 5, 6)

case-1: 現況交通量 + BRT専用レーン(一般車線に設置)

No	1	2	3	4	5	6	7
交通量	9,290	9,640	9,160	3,830	3,970	7,790	7,120
交通容量	7,680	7,470	5,010	3,030	4,050	9,310	8,480
混雑度	1.21	1.29	1.83	1.26	0.98	0.84	0.84
交差点需要率	1.222	1.178	1.231	1.246	1.161	0.817	1.067



case-2: 現況交通量 + BRT専用レーン(提案)

No	1	2	3	4	5	6	7
交通量	9,290	9,640	9,160	4,240	3,970	7,790	7,120
交通容量	8,590	8,350	6,810	5,070	6,450	10,670	9,920
混雑度	1.08	1.15	1.35	0.84	0.62	0.73	0.72
交差点需要率	1.081	1.027	0.898	0.899	0.811	0.712	0.995



case-3: 将来交通量 + BRT専用レーン(提案)

No	1	2	3	4	5	6	7
交通量	8,600	8,940	8,480	3,550	3,680	7,220	6,600
交通容量	8,590	8,350	6,810	5,070	6,450	10,670	9,920
混雑度	1.00	1.07	1.25	0.70	0.57	0.68	0.67
交差点需要率	1.000	0.952	0.832	0.834	0.753	0.659	0.924

※太字: 交差点需要率、混雑度1.0以上



図 5.5.13 OPTION-4, 5, 6 の交差点処理の検討結果
(将来交通量 (2030 年) + BRT 専用レーン (提案))

5.5.2.3 交通処理検討における課題

(1) BRT 専用レーンの位置について

BRT 専用レーンを設置する位置について、車線①から③（一般車線）に設置する場合と、車線④（中央分離帯）に設置する場合は、交差点解析だけでなく、道路の交通容量に与える影響でも異なってくる。

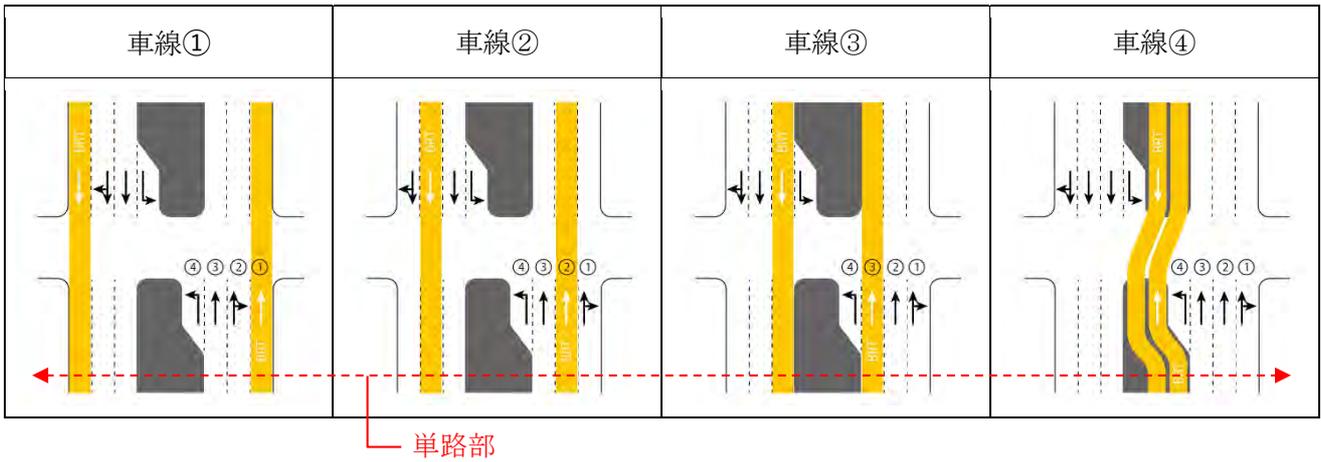


図 5.5.14 BRT 専用レーンの設置位置

車線①から③のいずれかを BRT 専用レーンとする場合、単路部の交通容量（道路容量）は 3 車線から 2 車線に減少する（交通容量が 3 分の 2 に減少する）。

一方、中央分離帯を BRT 専用レーンとする場合（図 5.5.14 の車線④）、道路の交通容量を減らさずに、BRT の走行空間を確保することができる。そのため、本調査では、各オプションとも中央分離帯のスペースが活用できるため、そこを BRT 専用レーンとすることを提案する。

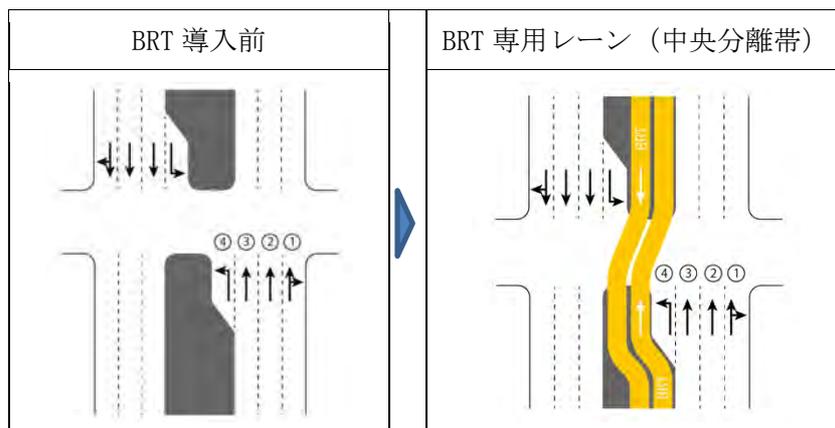


図 5.5.15 BRT 専用レーンの提案位置

(2) 交通量調査の必要性について

本調査では交差点流入交通量のみでその影響を簡易的に検討したが、交差点は対向車の影響、右左折の影響、歩行者の影響、二輪車の通行方法など、交通処理に影響を与える要因が複数存在するため、導入にあたってはその影響も考慮しながら進めていくことが必要である。

そのためには、たとえば下記に挙げるような交通量調査を実施することも有効だと考える。

- 調査時間帯：BRT の運行時間帯に合わせて実施
- 調査項目：自動車交通量
- 車種分類：大型貨物、小型貨物、バス、乗用車、タクシー、バイク
- 調査地点：本 BRT 事業における信号交差点
- 集計方法：15 分毎及び 1 時間毎（車線別方向別）

5.5.3 バス優先信号制御の検討

5.5.3.1 バス優先信号の概要

PTPS は、バスレーンなどのような交通規制施策と交通信号機など交通インフラを制御するシステムをあわせたものである。一般的には、バス等に搭載された車載機からの通信情報を道路に設置された光ビーコンで受信し、バス等の進路上にある交通信号機に対して青信号の時間を延長し、赤信号の時間を短縮する等の制御により、バス等が青信号で通過しやすくする。また、バス専用・時間帯専用レーンを走行する一般車に対して、光ビーコンで検知して警告表示を行うことも可能である。

本システムの導入効果は、信号による停止時間の短縮によるバス運行の所要時間の短縮により、バス運行の定時制が確保され、バス利用者の利便性の向上、利用促進につながるものである。



図 5.5.16 PTPS のシステム概要図

5.5.3.2 バス優先信号を設置した場合の運行時間短縮効果

(1) OPTION-1, 2, 6

Thang Long 道路と RR3 の交差点 (交差点 No.1) から Ho Tai 手前までの距離は約 5km である。BRT 車両の平均走行速度が 15km/h と仮定すると、片道の所要時間は約 20 分となる。

この路線上に信号交差点は 9 箇所あり、1 サイクルあたり赤時間の合計は 10 分～11 分程度である。

仮に、全ての信号交差点において赤信号で停止する場合と、バス優先信号を設置して、バスがスムーズに交差点を通過できるようにする場合では、片道最大で約 10 分の時間短縮効果が生じることになる。これは、片道所要時間の約 5 割に該当する。

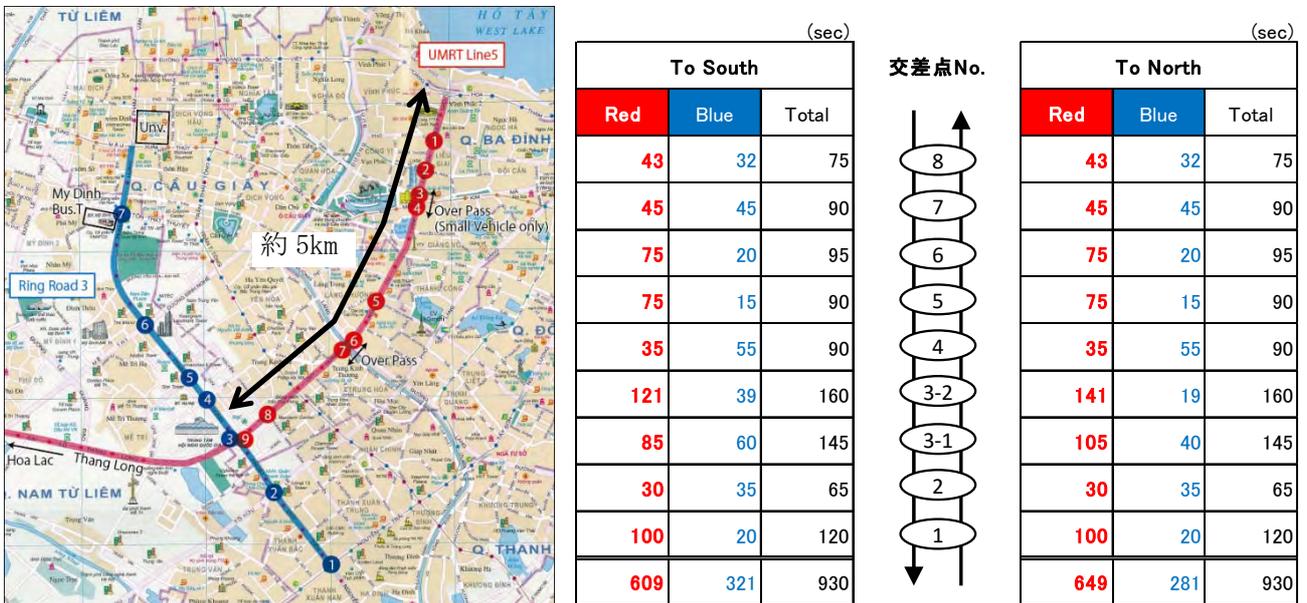


図 5.5.17 OPTION-1, 2, 6: 信号交差点における赤/青時間 (秒)

(2) OPTION-4, 5, 6

RR3 における BRT 検討路線の距離は約 6km である。BRT 車両の平均走行速度が 15km/h と仮定すると、片道の所要時間は約 24 分となる。

この路線上に信号交差点は 7 箇所あり、1 サイクルあたり赤時間の合計は 7 分～8 分程度である。

仮に、全ての信号交差点において赤信号で停止する場合と、バス優先信号を設置して、バスがスムーズに交差点を通過できるようにする場合では、片道最大で約 8 分の時間短縮効果が生じることになる。これは、片道所要時間の約 3 割に該当する。

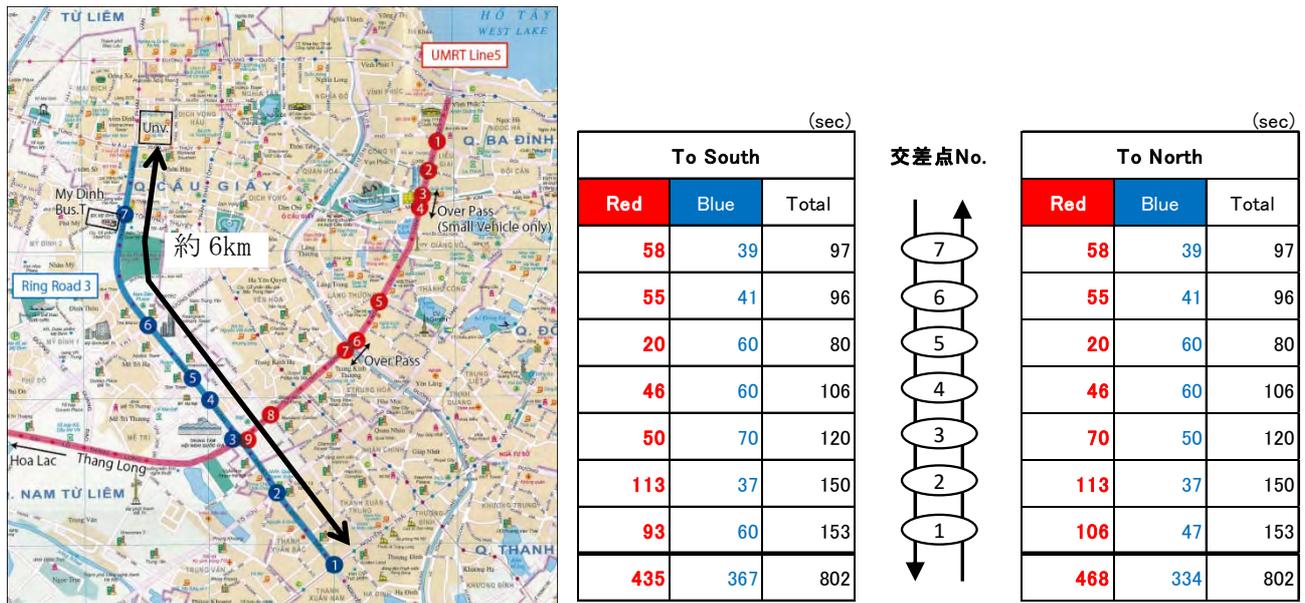


図 5.5.18 OPTION-4, 5, 6: 信号交差点における赤/青時間 (秒)

5.5.4 PTPS 導入における課題

世界銀行 BRT プロジェクトでは PTPS の導入に向けた入札がすでに実施されており、32 交差点のうち 14 交差点で PTPS に関する工事が完了、残りは 6 月までの完了を予定している（2016 年 6 月時点、調査団調べ）。このため、ハノイ市関係機関も PTPS のコンセプトを理解しており、こうした点は本 BRT プロジェクトにも追い風となる。

一方、PTPS を導入する上ではいくつかの課題も指摘されている。ここでは、世界銀行 BRT プロジェクトでの教訓も踏まえ、PTPS の導入課題を列記する。

(1) 既存の交通管制システムを踏まえた ITS 技術の適用性

PTPS を成功されるポイントは、実際の交通状況に対応したダイナミックな信号制御や、複数の交差点で信号制御を連動させるなど、交通管理システムの高度化にある。このためには、対象とする BRT 路線だけではなく、ハノイ市全体の信号管理システムとの適合性も考慮し、導入する ITS 技術を選定する必要がある。

(2) BRT 路線以外への交通混雑の影響

世界銀行 BRT プロジェクトでは、バス優先信号により一般車の信号待ち時間が増加し、交通混雑がより一層激しくなることが懸念されている。

こうした問題に対応するためには、交通量調査を実施して正確な交通データをもとに現況及び将来の交通需要を予測するとともに、広域ではなく対象路線沿線に焦点を当てたマイクロシミュレーション等を実施し、より詳細な交通影響を検討する必要がある。また、こうした定量的かつわかりやすい検討結果を、関係機関や市民等に開示し、BRT の定時性を確保することによる効果やその影響を丁寧に説明することも必要である。

(3) コスト面の問題

管制センターがない都市において、複数の信号を連動制御せず交差点毎に単体で PTPS を設置する場合、PTPS 設置コストは 1 交差点あたり約 2,500 万円*である（日本における実績、調査団調べ）。

* 信号制御器・光ビーコン・鋼管柱、信号機（車両用 4 基、歩行者用 8 基）の機材費、工事費・諸経費等を含む

一方、日本における多くの自治体では、複数の信号を連動制御してスムーズな交通流を実現するために「管制センター」が設置されており、この設置には数十億円～百億円規模の投資がされている。

ハノイ市においても、交通管理センター・交差点における信号制御・交通監視カメラ等が含まれる交通管理システムが運用されている。こうした管制センターが設置されている信号システムに PTPS を導入する場合、管制センターの改修も含め 1 億円規模のコストが必要になる（調査団調べ）。

5.6 概算事業費の試算

5.6.1 事業費の構成と積算方法

事業評価にて使用するモデル路線各オプションの概算事業費を見積もる。事業費は、施設計画や運行計画に基づく数量に対し、単価を掛けて概算費用を算出する。事業費構成と単価設定方法について下表に整理し、詳細については 5.6.2 以降に記述する。

表 5.6.1 事業費の構成と積算方法

項目		内容	単価の設定方法
初期施設整備費	土木施設	専用車線（盛土、橋梁・カルバート）、優先信号（単独タイプ）、BRT 停留所、駐輪場、跨道歩道橋、暗渠歩道等	類似調査で使用了単価やベ国の標準工事単価を参考
	デポ	事務所、車両整備用設備、燃料補給施設、洗車場、駐車場	類似工事の工事費を参考
	車両	ディーゼル（一般、連節）	メーカー見積
	運賃収受システム	バス車載機、運賃表示/整理券発券機	メーカー見積
追加・更新施設・設備整備費	車両	需要増に伴う車両追加費、車両更新費	メーカー見積
	運賃収受システム	車両追加に伴うシステム追加費	メーカー見積
O&M 費	施設補修・維持管理費	土木・デポ施設の補修・維持管理費	初期土木施設及びデポ施設費の割合にて算出（ベ国技術基準 22TCVN211-93 を参照）
	運行経費	人件費、燃料費、整備費用等	ハノイ市のバス事業者の実績経費を基に「キロ当たり運行経費」を算出
エンジニアリング費用		FS、詳細設計、業者入札支援、施工監理	初期施設整備費の割合（15%）にて算出
行政管理費用		ODA での実施の場合のベ国側実施機関等で必要となる経費	
用地買収費		土木施設やデポ等で用地取得が必要な場合の費用	ハノイ市人民委員会の地域別土地公示価格表（Decision 96/2014/QĐ-UBND）
税金		法人税、付加価値税	財務分析（第 6 章）を参照
予備費		物理予備費、インフレ予備費	財務分析（第 6 章）を参照

出典： JICA 調査団

5.6.2 施設・設備数量

5.6.2.1 土木施設数量

5.2 BRT 路線計画・施設計画にて提案された土木施設の概算数量をオプション毎に表 5.6.2 に整理する。

表 5.6.2 オプション別土木施設数量表

OPTION-1				
区間	項目	単位	数量	施設概要(案)
市街地区間 (専用車線)	BRT専用車線	m2	38,400	全長3.1km、一般区間幅員3.5mx2車線・駅舎区間3車線、バス待機所等
	優先信号システム	箇所	9	スタンダードオンタイプ
	BRT停留所	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	5	橋長45m、幅員4.0m、エレベータ4基
郊外区間 (専用車線)	BRT専用車線	m2	196,700	全長28.1km、幅員3.5mx2車線、盛土、舗装、道路付帯施設等
	橋梁(拡幅)	m2	10,320	橋梁、カルバート 全39カ所、計1,290m
	BRT停留所(高速道路路肩)	箇所	11	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	BRT停留所(HTP内)	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	11	橋長75m、幅員4.0m、エレベータ2基
	駐輪場	箇所	11	屋根付き、300台x両側、計1800m2、チケットシステム
OPTION-2				
区間	項目	単位	数量	施設概要(案)
市街地区間 (専用車線)	BRT専用車線	m2	38,400	全長3.1km、一般区間幅員3.5mx2車線・駅舎区間3車線、バス待機所等
	優先信号システム	箇所	9	スタンダードオンタイプ
	BRT停留所	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	5	橋長45m、幅員4.0m、エレベータ4基
郊外区間 (既存車線利用)	BRT停留所(高速道路路肩)	箇所	11	バス停擦りつけ道路、屋根、椅子、デジタルサイネージ
	BRT停留所(HTP内)	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	11	橋長75m、幅員4.0m、エレベータ2基
	駐輪場	箇所	11	屋根付き、300台x両側、計1800m2、チケットシステム
OPTION-3				
区間	項目	単位	数量	施設概要(案)
郊外区間 (既存車線利用)	BRT停留所(高速道路路肩)	箇所	11	バス停擦りつけ道路、屋根、椅子、デジタルサイネージ
	BRT停留所(HTP内)	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	11	橋長75m、幅員4.0m、エレベータ2基
	駐輪場	箇所	11	屋根付き、300台x両側、計1800m2、チケットシステム
OPTION-4				
区間	項目	単位	数量	施設概要(案)
市街地区間 (RR3高架下区 間、専用車 線)	BRT専用車線	m2	10,800	全長0.8km、一般区間幅員3.5mx2車線・駅舎区間3車線、バス待機所等
	優先信号システム	箇所	2	スタンダードオンタイプ
	BRT停留所	箇所	2	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	暗渠歩道	m2	360	延長60m、幅3m、全停留所位置
郊外区間 (既存車線利 用)	BRT停留所(高速道路路肩)	箇所	11	バス停擦りつけ道路、屋根、椅子、デジタルサイネージ
	BRT停留所(HTP内)	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	11	橋長75m、幅員4.0m、エレベータ2基
	駐輪場	箇所	11	屋根付き、300台x両側、計1800m2、チケットシステム
OPTION-5				
区間	項目	単位	数量	施設概要(案)
市街地区間 (RR3高架下区 間、専用車 線)	BRT専用車線	m2	80,400	全長6.6km、一般区間幅員3.5mx2車線・駅舎区間3車線、バス待機所等
	優先信号システム	箇所	7	スタンダードオンタイプ
	BRT停留所	箇所	7	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	暗渠歩道	m2	1,260	延長60m、幅3m、全停留所位置
郊外区間 (専用車線)	BRT専用車線	m2	196,700	全長28.1km、幅員3.5mx2車線、盛土、舗装、道路付帯施設等
	橋梁(拡幅)	m2	10,320	橋梁、カルバート 全39カ所、全長1,290m
	BRT停留所(高速道路路肩)	箇所	11	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	BRT停留所(HTP内)	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	11	橋長75m、幅員4.0m、エレベータ2基
	駐輪場	箇所	11	屋根付き、300台x両側、計1800m2、チケットシステム
OPTION-6				
区間	項目	単位	数量	施設概要(案)
市街地区間 (RR3高架下区 間、専用車 線)	BRT専用車線	m2	136,800	全長11.3km、一般区間幅員3.5mx2車線・駅舎区間3車線、バス待機所等
	優先信号システム	箇所	16	スタンダードオンタイプ
	BRT停留所	箇所	12	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	5	橋長45m、幅員4.0m、エレベータ4基
	暗渠歩道	m2	1,260	延長60m、幅3m、高架下全停留所位置
郊外区間 (既存車線利 用)	BRT停留所(高速道路路肩)	箇所	11	バス停擦りつけ道路、屋根、椅子、デジタルサイネージ
	BRT停留所(HTP内)	箇所	5	屋根、椅子、デジタルサイネージ
	跨道歩道橋	箇所	11	橋長75m、幅員4.0m、エレベータ2基
	駐輪場	箇所	11	屋根付き、300台x両側、計1800m2、チケットシステム

出典： JICA 調査団

5.6.2.2 デポ施設の数量

デポ施設は、150 台規模のバス車両が駐車可能な約 2.1ha の敷地内に営業所、整備工場、洗車場や給油施設など施設が配置される。施設概要を下表に整理する。

表 5.6.3 デポ施設概要

デポ機能		単位	数量		施設必要根拠
営業所	事務所	m ²	300		運行管理・点呼業務を実施、乗車券窓口
	工場事務所	m ²	200		整備管理、スタッフ控室
	運転士控室	m ²	1,500		運転士の更衣・休憩を行う
	会議室	m ²	300		
	倉庫	m ²	200		
	食堂	m ²	500		福利厚生施設として必要
	合計	m ²	3,000		3 階構造で面積 1/2 (1階はバイク駐輪場)
整備工場	整備・点検場	m ²	600	6レーン	定期点検・分解整備を実施する(20m×30m)
	トリガリフト	基	1		連節バスの効率的整備に必要
	整備機器・器具	式	1		連節バスの効率的整備に必要
有蓋車庫		m ²	1,200		未使用車両の保管
駐車場 舗装	一般バス用	m ²	10,000	125台	一般バス (12m×4m ≒ 50m ²) / 台・車路含む
	BRT用	m ²	5,200	26台	連節 (20m×4m ≒ 80m ²) / 台・車路含む
	運転士通勤車	m ²	1,950	150台	乗用車 (5m×2.5m ≒ 13m ²) ×150台
	合計	m ²	17,150		
洗車機		m ²	600	2基	自走式、貯水・排水施設の整備 (40m×15m)
給油所施設		m ²	440	4機補給	ディーゼル車の場合 5m×4×22M
合計敷地面積		m ²	21,490		

出典： JICA 調査団

5.6.2.3 BRT 車両及び運賃収受システムの数量

車両の投資計画は、5.3 運行・車両計画での検討に記載している通り、需要に応じて計画する。オプション毎の車両と IC システム関連機器の必要台数を下表に整理する。

表 5.6.4 バス車両・IC システム関連の投資計画 (30 年間想定)

項目		OPTION-1&2	OPTION-3	OPTION-4	OPTION-5	OPTION-6
バス車両 (10 年使用)	連節バス	60 台	39 台	45 台	60 台	84 台
	一般バス	369 台	195 台	240 台	375 台	510 台
IC カード用車載器 (10 年使用)		429 台	234 台	285 台	435 台	594 台
IC カードシステムサーバー関係 (5 年代替)		5 式	5 式	5 式	5 式	5 式

備考：運賃ケース 10,000VND+500VND×距離での需要予測に対応する計画

出典： JICA 調査団

5.6.2.4 施設補修・維持管理費の数量

5.6.1 に記述の通り、この項目は初期土木施設及びデポ施設整備費にベ国の算定基準の割合を掛けて算出する。詳細は、5.6.3.2 に記載する。

5.6.2.5 運行経費に関する数量

事業期間 30 年間の運行総距離をオプション毎に下表に示す。

表 5.6.5 運行距離 (30 年間)

オプション	運行総距離 (km)		合計 (Km)
	連節バス	一般大型バス	
OPTION-1	58,784,856	514,236,528	573,021,384
OPTION-2	58,784,856	514,236,528	573,021,384
OPTION-3	28,223,961	288,299,046	316,523,007
OPTION-4	32,030,940	345,612,806	377,643,746
OPTION-5	55,850,898	502,300,210	558,151,109
OPTION-6	79,317,420	704,530,008	783,847,428

出典： JICA 調査団

5.6.3 単価設定

5.6.3.1 土木施設、デポ、車両、運賃収受システム (AFC) の単価設定

他の調査でのデータ、ベ国の標準工事単価（建設省決定 No. 1161/QD-BXD of October 15, 2015）やメーカー見積もり等から単価を設定した。主要施設項目の単価一覧を下表に示す。財務分析にてインフレを考慮するため、外貨、現地貨比率も設定した。

表 5.6.6 土木施設・デポ・車両・運賃収受システム (AFC) の単価一覧表
(ベトナムドン表示)

単位: 百万VND

項目	単位	単価 (百万VND)	内外貨比率		主な費用項目		
			外貨ポーション	現地貨ポーション			
専用車線路	市街地区間、中央分離帯に整備	車道面積	m2	2.24	9.0%	91.0%	土工、舗装、道路マーキング、標識、ユーティリティ移設
	郊外区間、路側帯側へ拡幅	車道面積	m2	3.41	17.0%	83.0%	土工、軟弱地盤対策工、舗装、道路マーキング、標識、ユーティリティ移設
	郊外区間、中央分離帯側へ拡幅	車道面積	m2	1.68	11.0%	89.0%	舗装、道路マーキング、標識、ユーティリティ移設
橋梁・カルバート	郊外区間、既設橋梁拡幅	拡幅部面積	m2	39.8	15.0%	85.0%	基礎工、下部工、上部工
優先信号	スタンドアロンタイプ	交差点	箇所	5,092.0	76.3%	23.7%	各交差点に道路用LED信号機4基、歩行者用信号機8基、信号制御機、車載器
BRT停留所	停留所		箇所	378.4	8.7%	91.3%	屋根・椅子付き、上下線の停留所含む
	停留所、擦りつけ道路		箇所	10,480.4	11.1%	88.9%	長さ540mの擦りつけ道路、屋根・椅子付き、上下線の停留所含む
駐輪場	郊外区間バス停留所に併設		箇所	3,950.7	36.8%	63.2%	両側計1800m2、土工、舗装、屋根付き、チケットシステム
跨道歩道橋	階段		箇所	350.0	10.0%	90.0%	基礎工、下部工、階段部
	桁部分	橋面面積	m2	80.2	15.0%	85.0%	基礎工、下部工、上部工
	エレベータ		基	762.0	75.3%	24.7%	基礎工、機器
暗渠歩道	RR3高架下バス停留所に設置	暗渠面積	m2	19.8	15.0%	85.0%	掘削、カルバート工、埋め戻し、エレベーター、照明施設
BRT車両	連節バス	車体	台	16,294.4	100.0%	0.0%	車体
	一般大型バス	車体	台	3,258.9	0.0%	100.0%	車体
AFC	営業所サーバーシステム	システム	式	244,416.0	100.0%	0.0%	システム設計、サーバー一式
	車載機	機器数	個	1,425.8	100.0%	0.0%	バス車載器

(円表示) ※1JPY=203.68VND

単位: 千円

項目	単位	単価 (千円)	内外貨比率		主な費用項目		
			外貨ポーション	現地貨ポーション			
専用車線路	市街地区間、中央分離帯に整備	車道面積	m2	11.0	9.0%	91.0%	土工、舗装、道路マーキング、標識、ユーティリティ移設
	郊外区間、路側帯側へ拡幅	車道面積	m2	16.8	17.0%	83.0%	土工、軟弱地盤対策工、舗装、道路マーキング、標識、ユーティリティ移設
	郊外区間、中央分離帯側へ拡幅	車道面積	m2	8.2	11.0%	89.0%	舗装、道路マーキング、標識、ユーティリティ移設
橋梁・カルバート	郊外区間、既設橋梁拡幅	拡幅部面積	m2	195.5	15.0%	85.0%	基礎工、下部工、上部工
優先信号	スタンドアロンタイプ	交差点	箇所	25,000	76.3%	23.7%	各交差点に道路用LED信号機4基、歩行者用信号機8基、信号制御機、車載器
BRT停留所	停留所		箇所	1,858	8.7%	91.3%	屋根・椅子付き、上下線の停留所含む
	停留所、擦りつけ道路		箇所	51,455	11.1%	88.9%	長さ540mの擦りつけ道路、屋根・椅子付き、上下線の停留所含む
駐輪場	郊外区間バス停留所に併設		箇所	19,397	36.8%	63.2%	両側計1800m2、土工、舗装、屋根付き、チケットシステム
跨道歩道橋	階段		箇所	1,718	10.0%	90.0%	基礎工、下部工、階段部
	桁部分	橋面面積	m2	393.9	15.0%	85.0%	基礎工、下部工、上部工
	エレベータ		基	3,741	75.3%	24.7%	基礎工、機器
暗渠歩道	RR3高架下バス停留所に設置	暗渠面積	m2	97.4	15.0%	85.0%	掘削、カルバート工、埋め戻し、エレベーター、照明施設
BRT車両	連節バス	車体	台	80,000	100.0%	0.0%	車体
	一般大型バス	車体	台	16,000	0.0%	100.0%	車体
AFC	営業所サーバーシステム	システム	式	1,200,000	100.0%	0.0%	システム設計、サーバー一式
	車載器	機器数	個	7,000	100.0%	0.0%	バス車載器

出典: JICA 調査団

5.6.3.2 施設補修・維持管理費の単価設定

BRT 事業の運営期間中に発生する土木施設補修・維持管理費は、ベトナム基準 22TCVN211-93 を参照し、補修程度と頻度ごとに下表に示す初期建設費に対する割合にて算出する。

表 5.6.7 道路維持管理費用の算出基準

O&M 項目と頻度	道路の補修	橋梁の補修
年次補修	道路建設費の 0.55%	橋梁建設費の 0.1%
5 年毎の補修	道路建設費の 5.1%	橋梁建設費の 1%
15 年毎の大規模補修	道路建設費の 42%	橋梁建設費の 2%

備考：運営・管理費は込と想定

出典：22TCVN211-93

5.6.3.3 運行経費の単価設定

Km あたりの運行経費単価は、ハノイ市のバス会社の 2015 年の実績を基に設定した。入手した資料を精査し、その経費内訳を下表の(a)欄に示す。これを基に以下の補正を考慮し、BRT 事業での一般大型バス、連節バス用の運行経費を算出した。

- ・ 賃金関連費用は 2015 年から 2016 年での最低賃金上昇率 12.9%を考慮（首相決定に基づく）
- ・ 連節バスは、日本での事業者実績を踏まえ、一般大型バスに対し燃料費は 2 倍、車両修繕費を 1.5 倍とする。

以上の補正により、BRT バスの運行経費単価 (VND/km) を下表の(b)(c)欄に記載する。なお、バスの減価償却費は財務分析において別途考慮することから、運行経費からは控除した値を使うこととする。

表 5.6.8 ハノイバス会社の運行経費実績内訳と BRT 運行経費設定

単位：VND/km

費用内訳	Hanoi市のバス2015年 の実績経費 (a)	BRT運行経費 2016年		備考： 単価調整
		一般大型バス (b)	連節バス (c)	
A. 直接経費	17,843	18,935	25,364	
給与、社会保険、健康保険、手当等	8,465	9,557	9,557	(b)=(C)=(a) x 112.9%
賠償責任保険	16	16	16	
減価償却費	1,855	1,855	1,855	
燃料代	5,352	5,352	10,704	(c)=(b)x200%
潤滑油代	210	210	315	(c)=(b)x150%
タイヤ代	515	515	773	(c)=(b)x150%
修理代	1,430	1,430	2,145	(c)=(b)x150%
B. 利益 (5% of A)	892	947	1,268	
C. その他経費 (バス施設利用料)	106	106	106	
D. 整備場管理費	166	166	166	
E. 一般管理費	848	848	848	
合計	19,855	21,002	27,753	
	==>	19,147	25,898	減価償却費を控除
本調査 (BRT事業) にて適用する運行経費		19,150	25,900	四捨五入

出典：ハノイ市バス会社の補助金申請のための 2015 年経費内訳資料

5.6.3.4 用地買収費

本事業では、バス専用車線や BRT 停留所等は既存道路の用地 (Right of Way) 内に整備する計画であり、新たな用地取得の必要はない。しかし、5.2.5 に記載の通り、デポ整備のためタンロン高速道路沿いに約 2.1ha の用地を買収する必要がある。デポ候補地として 5 か所挙げているが、それぞれの候補地におけるハノイ市人民委員会による公示価格を下表に示す。市街地に近い程価格は高く、また用途では農耕地、非農耕地、商業サービス用地の順で高くなる。本調査では、具体的な場所の選定を行わないため、事業採算性評価のためのコスト算出の目的で暫定的に候補地 Alt-4 での商業サービス用地の公示価格を採用することとする。

表 5.6.9 用地公示価格単価表

(ベトナムドン表示)

デポ候補地	エリア (区)	用途別土地価格 (VND/m ²)		
		農耕地*1/	非農耕地	商業サービス用地*2/
Alt-01	Tu Liem District	252,000	17,707,000	21,248,000
Alt-02	Tu Liem District	252,000	12,709,000	15,299,000
Alt-03	Tu Liem District	252,000	12,709,000	15,299,000
Alt-04	Quoc Qai District	135,000	4,060,000	4,872,000
Alt-05	Quoc Qai District	135,000	3,220,000	3,864,000

(円表示) ※1JPY=203.68VND

デポ候補地	エリア (区)	用途別土地価格 (円/m ²)		
		農耕地*1/	非農耕地	商業サービス用地*2/
Alt-01	Tu Liem District	1,237	86,935	104,321
Alt-02	Tu Liem District	1,237	62,397	75,113
Alt-03	Tu Liem District	1,237	62,397	75,113
Alt-04	Quoc Qai District	663	19,933	23,920
Alt-05	Quoc Qai District	663	15,809	18,971

備考：*1/住居地域にある農耕地の場合、50%増とする。この価格には永年作物と建物の補償費は含まれない。補償費は、ハノイ市財務局が発行する規定に基づく。米など年生作物への補償は必要ない。

*2/商業サービス用地は土地所有者が商業ビジネス、サービス用途や整備場、商店など提供する施設を建設することができる用地を含む。

出典：ハノイ市人民委員会の地域別土地公示価格表 (Decision 96/2014/QĐ-UBND)

5.6.4 概算事業費

5.6.4.1 概算事業費

フィージビリティスタディ (FS)、詳細設計、工事等の事業準備期間に発生する費用 (初期整備費用) と BRT 運行開始から 30 年間の運営期間に発生する費用 (追加・更新施設・設備、O&M 経費) に分けて、項目別、オプション別に総額を下表に整理した。O&M 経費の内、土木・デポ施設に関するものは舗装の

補修など施設補修・維持管理費であり、BRT 車両・運賃システム (AFC) に関するものはバス運転手人件費、燃料など運営に関する運行経費を示している。

表 5.6.10 オプション別概算事業費総括表 (その1)

(ベトナムドン表示)

単位：百万VND

項目	オプション	事業準備期間 初期整備費用	運営期間 (30年間)	
			追加・更新施設・設備	O&M経費
土木施設・ デポ施設	OPTION-1	1,749,256	0	837,209
	OPTION-2	778,066	0	325,488
	OPTION-3	549,892	0	203,714
	OPTION-4	592,165	0	233,940
	OPTION-5	1,764,462	0	901,392
	OPTION-6	1,061,766	0	545,311
BRT 車両、 運賃システム (AFC)	OPTION-1	886,008	3,127,911	11,370,157
	OPTION-2	886,008	3,127,911	11,370,157
	OPTION-3	537,104	2,289,568	6,251,927
	OPTION-4	551,158	2,592,635	7,448,087
	OPTION-5	675,607	3,366,428	11,065,587
	OPTION-6	1,037,546	4,062,196	15,546,071
エンジニアリ ング、行政 管理費用	OPTION-1	395,290	0	0
	OPTION-2	249,611	0	0
	OPTION-3	163,049	0	0
	OPTION-4	171,498	0	0
	OPTION-5	366,010	0	0
	OPTION-6	314,897	0	0
用地取得費 (デポ用)	各OPTION で共通	104,699	0	0

(円表示) ※1JPY=203.68VND

単位：百万円

項目	オプション	事業準備期間 初期整備費用	運営期間 (30年間)	
			追加・更新施設・設備	O&M経費
土木施設・ デポ施設	OPTION-1	8,588	0	4,110
	OPTION-2	3,820	0	1,598
	OPTION-3	2,700	0	1,000
	OPTION-4	2,907	0	1,149
	OPTION-5	8,663	0	4,426
	OPTION-6	5,213	0	2,677
BRT 車両、 運賃システム (AFC)	OPTION-1	4,350	15,357	55,824
	OPTION-2	4,350	15,357	55,824
	OPTION-3	2,637	11,241	30,695
	OPTION-4	2,706	12,729	36,568
	OPTION-5	3,317	16,528	54,328
	OPTION-6	5,094	19,944	76,326
エンジニアリ ング、行政 管理費用	OPTION-1	1,941	0	0
	OPTION-2	1,226	0	0
	OPTION-3	801	0	0
	OPTION-4	842	0	0
	OPTION-5	1,797	0	0
	OPTION-6	1,546	0	0
用地取得費 (デポ用)	各OPTION で共通	514	0	0

備考：2016年現在価格
出典：JICA調査団

次に、事業費を ODA 対象 (Eligible Portion) とベ国側または BRT バス事業者が負担する項目 (Non-Eligible Portion) にて分けた表を示す。

表 5.6.11 オプション概算事業費総括表 (その2)

(ベトナムドン表示)

単位：百万VND

オプション	ODA対象				Non-Eligible (ベ国側、バス事業者負担)					合計 (1)+(2)
	エンジニアリング(DD,CS)	土木・デポ施設	BRT車両・AFC	合計(1)	FS、行政管理費	用地取得費	追加・更新 BRT車両・AFC	O&M経費	合計(2)	
OPTION-1	250,350	1,749,256	886,008	2,885,614	144,939	104,699	3,127,911	12,207,366	15,584,916	18,470,530
OPTION-2	158,087	778,066	886,008	1,822,161	91,524	104,699	3,127,911	11,695,645	15,019,780	16,841,941
OPTION-3	103,265	549,892	537,104	1,190,261	59,785	104,699	2,289,568	6,455,642	8,909,694	10,099,954
OPTION-4	108,616	592,165	551,158	1,251,939	62,883	104,699	2,592,635	7,682,026	10,442,243	11,694,183
OPTION-5	231,807	1,764,462	675,607	2,671,875	134,204	104,699	3,366,428	11,966,980	15,572,311	18,244,186
OPTION-6	199,435	1,061,766	1,037,546	2,298,747	115,462	104,699	4,062,196	16,091,381	20,373,739	22,672,486

(円表示) ※1JPY=203.68VND

単位：百万円

オプション	ODA対象				Non-Eligible (ベ国側、バス事業者負担)					合計 (1)+(2)
	エンジニアリング(DD,CS)	土木・デポ施設	BRT車両・AFC	合計(1)	FS、行政管理費	用地取得費	追加・更新 BRT車両・AFC	O&M経費	合計(2)	
OPTION-1	1,229	8,588	4,350	14,167	712	514	15,357	59,934	76,517	90,684
OPTION-2	776	3,820	4,350	8,946	449	514	15,357	57,422	73,742	82,688
OPTION-3	507	2,700	2,637	5,844	294	514	11,241	31,695	43,744	49,587
OPTION-4	533	2,907	2,706	6,147	309	514	12,729	37,716	51,268	57,414
OPTION-5	1,138	8,663	3,317	13,118	659	514	16,528	58,754	76,455	89,573
OPTION-6	979	5,213	5,094	11,286	567	514	19,944	79,003	100,028	111,314

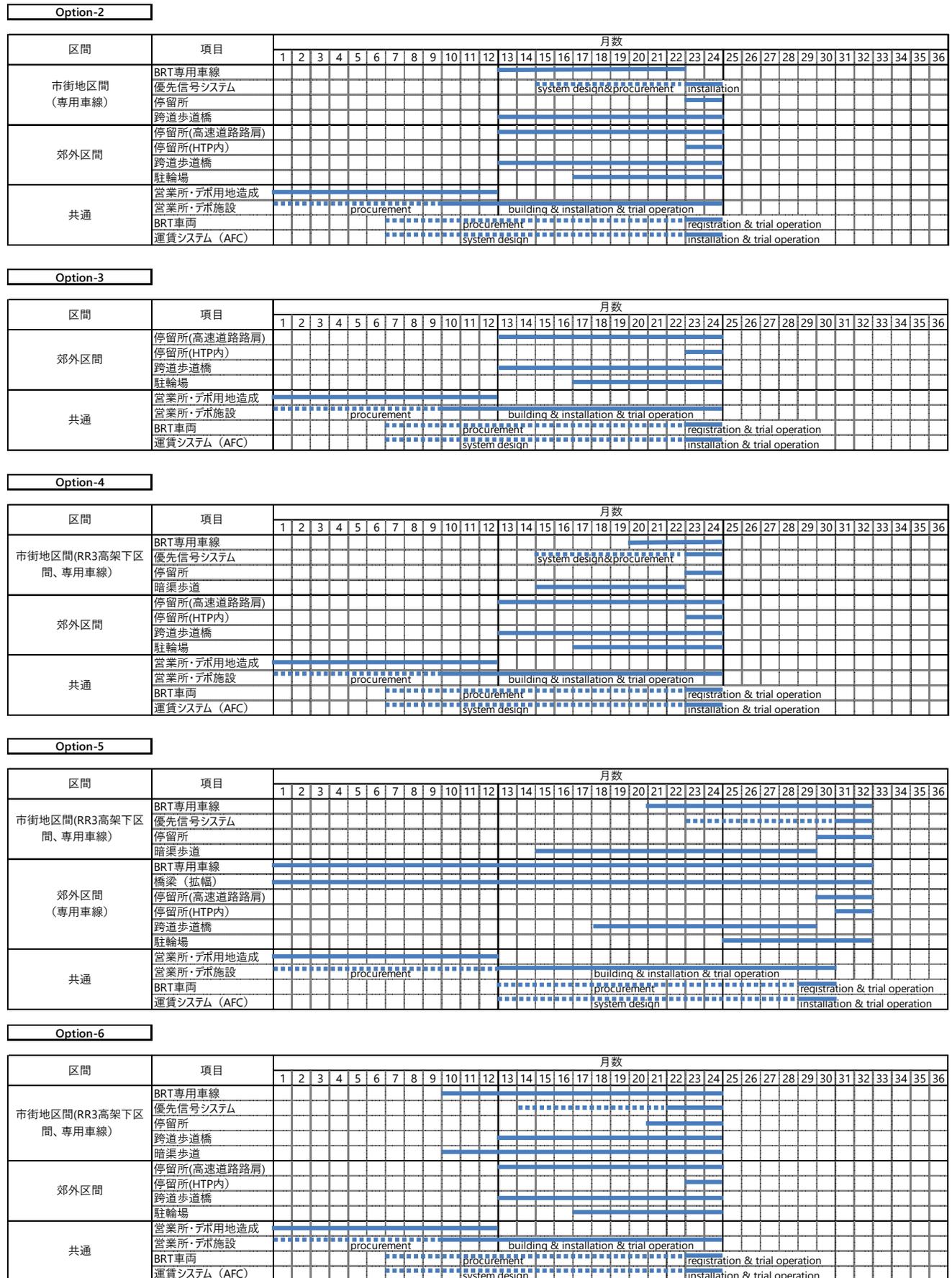
備考：2016年現在価格

出典：JICA調査団

5.6.4.2 支出スケジュール

事業期間中の支出スケジュールを計算するにあたり、建設工期を含めた想定事業スケジュールを作成する。まず、土木・デポ施設建設と BRT・AFC 等の調達スケジュールを各オプションにつき示す。OPTION-1と5は、郊外区間での約30kmの道路拡幅による専用車線整備のため工期は32カ月となる。一方、他のオプションは工期24カ月となる。

Option-1		月数																																					
区間	項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
市街地区間 (専用車線)	BRT専用車線																																						
	優先信号システム																																						
	停留所																																						
	跨道歩道橋																																						
郊外区間 (専用車線)	BRT専用車線																																						
	橋梁(拡幅)																																						
	停留所(高速道路路肩)																																						
	停留所(HTP内)																																						
	跨道歩道橋																																						
	駐輪場																																						
共通	営業所・デポ用地造成																																						
	営業所・デポ施設																																						
	BRT車両																																						
	運賃システム(AFC)																																						



出典： JICA 調査団

図 5.6.1 オプション別建設・調達スケジュール

事業実施スケジュールは、ODA 事業対象と想定し、本調査終了からベ国側による投資計画書（FS）作成とその承認、その後の円借款調印、詳細設計や工事など踏まえ、BRT 事業開始を 2023 年とする。この前提に基づく支出計画を図 5.6.3 に示し、第 6 章モデル事業評価での経済・財務分析に用いる。

STEP	2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024			
	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd		
1) JICA情報収集・確認調査	■																			
2) ローカルFS作成・EIA承認		■																		
3) ベ国政府投資計画承認				★																
4) 協力準備調査（簡易SAPROF）				■																
5) JICA Fact Finding Mission					★															
6) JICA Appraisal Mission						★														
7) Short List							★													
8) Loan Agreement								★	2018年度前期LA											
9) コンサルタント調達								■												
10) エンジニアリングサービス（DD、CS）									■		DD		CS							
11) 業者調達									■											
12) 用地買収（デポ用地）									■											
13) 工事・機器調達										■										
14) BRT事業開始																■→				

出典： JICA 調査団

図 5.6.2 想定事業実施スケジュール

5.7 運賃収入について

5.7.1 既存路線バスの運賃制度

ハノイ市において補助金対象となっている路線バスの運賃制度は、2005 年以來 7 年間にわたって 25km 未満の 1 回券が 3,000VND で維持されてきたが、燃料価格や物価上昇を受けて 2012 年 10 月に 1 回券が 5,000VND に、2014 年 5 月からは表 5.7.1 の通りとなっている。また、本 BRT 事業に競合する No71 の路線バスの 1 回券に下表の適用はなく、距離に応じた運賃額である。No74 の路線バスは下記運賃制度が適用され、1 回券は一律 9,000VND で「Monthly Ticket」での乗車も可能である。

表 5.7.1 ハノイ市路線バスの運賃制度 (2014 年 5 月改定)

Type	Classification		Fare (VND)	Remarks
Single Ticket	25Km未満		7,000	
	25Km~30Km未満		8,000	
	30Km以上		9,000	
Monthly Ticket	Priority	Single Route	55,000	Student Worker of Industrial park Over 60 years old
		Muiti Route	100,000	
	Normal	Single Route	100,000	
		Muiti Route	200,000	
	Group	Single Route	70,000	Over 30 Peoples
		Muiti Route	140,000	
Free	Under 6 years old		0	
	Over 75 years old			
	Disabled people			

出典： JICA 調査団

なお、2016 年 5 月 31 日に交通運輸局より、ハノイ市において上昇するバス補助金を削減し、燃料代、保険料、各種維持費を補うために運賃改定を実施することが発表されたが、詳細な運賃額は発表されていない。

5.7.2 市内路線バスの「Monthly Ticket」発売枚数と輸送人員

ハノイ市内の補助金対象 72 路線における 2015 年 (1 年間) の「Monthly Ticket」発売枚数と 1 回券を含む年間輸送人員は、表 5.7.2 の通りである。

輸送人員については、「Single ticket」は現金利用によって発売されたチケット枚数であり、「Monthly Ticket」の輸送人員は、JICA 調査団によって分析した結果、「Single route」の発売枚数に 60.8 回 (一か月平均の理論上乗車回数=365 日×2÷12≒60.8) を乗じたもので、「Multi route」の発売枚数に 152.2 回を乗じたものとなっている。「Multi route」の「Monthly Ticket」では、片道で平均 2.5 回 (152.2÷60.8) の複数路線への乗換乗車があることを示している。

表 5.7.2 ハノイ市路線バスの「Monthly Ticket」発売枚数と輸送人員

No	Name of bus route	Identify number	Number of "Monthly ticket"						Passenger			
			single route			multi route			Single ticket	Monthly ticket		Total
			Priority	Normal	Group	Priority	Normal	Group		Single route	Multi route	
			55,000	100,000	70,000	100,000	200,000	140,000	7,000 ~9,000	(a+b+c) *60.8	(d+e+f) *152.2	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			
1	BX Gia Lâm - BX Yên Nghĩa	1	1,475	3,676	11	38,459	7,823	156	2,368,733	314,388	7,069,565	9,752,686
2	Bác Cỏ - BX Yên Nghĩa	2	4,890	11,992	127	76,769	15,623	311	2,483,237	1,034,828	14,106,660	17,624,725
3	BX Giáp Bát - BX Gia Lâm	3A	539	983	0	22,884	4,653	93	1,952,374	92,654	4,205,370	6,250,398
4	BX Giáp Bát - KĐT Vincom	3B	103	191	0	3,073	625	12	144,547	17,892	564,740	727,179
5	Long Biên - BX Nước Ngâm	4	2,072	1,672	3	20,178	4,120	82	787,357	227,894	3,709,470	4,724,721
6	KĐT Linh Đàm - Phú Diễn	5	1,134	964	5	12,295	2,498	50	684,780	127,818	2,257,980	3,070,578
7/8	BX Giáp Bát - Cầu Giẽ / Thường Tín / Phú Minh	6_Total	11,571	8,405	0	85,095	17,323	346	1,708,138	1,213,772	15,625,565	18,547,475
9	Cầu Giấy - Nội Bài	7	1,217	6,880	1,114	51,500	10,492	209	2,219,816	560,026	9,462,570	12,242,412
10	Long Biên - Đồng Mỹ	8	5,644	6,858	135	58,161	11,834	235	1,748,173	769,116	10,689,850	13,207,139
.
.
.
A	Total 50 bus routes		98,228	133,648	3,344	1,393,979	283,267	5,635	61,050,253	14,311,474	256,108,665	331,470,392
B	Total for 17 ordered bus routes		27,369	30,476	141	332,990	67,577	1,345	10,535,787	3,528,448	61,179,525	75,243,760
C	Total for 5 socialized bus routes		17,961	8,042	7	117,750	23,795	473	1,754,710	1,582,836	21,616,965	24,954,511
	Total bus network (A+B+C)		143,558	172,166	3,492	1,844,720	374,639	7,453	73,340,750	19,422,758	338,905,155	431,668,663

※公共交通管理センター(Tramoc)からの入手資料を抜粋し作成
出典： JICA 調査団

5.7.3 市内路線バスの運賃収入と一人当たり平均運賃単価

路線別・合計運賃収入は、TRAMOC から入手した補助金支給一覧に記載の運賃収入を基にしている。「Monthly ticket」収入は、表 5.7.2 の発売枚数に発売単価を乗じた。「Single Ticket」の収入は、運賃収入合計額から「Monthly ticket」収入を差引くことによって算出した。表 5.7.3 はこれらを整理したものである。

「Single Ticket」収入から「Single Ticket」枚数で除することにより、「Single Ticket」の平均単価を算出するとともに、合計収入額を表 5.7.2 の輸送人員合計で除することにより、一人当たり平均運賃額を算出した。

ハノイ市の全路線バスの平均では、「Single Ticket」は平均 8,101VND であり、「Monthly ticket」も含めた一人当たり平均運賃額は 2,038VND となる。運賃制度による割引後の運賃収入は、「Single Ticket」換算の運賃収入の 25.2%となっている。

表 5.7.3 ハノイ市路線バスの運賃収入と一人当たり平均運賃単価

No	Name of bus route	REVANUE(VND)									average fare / Person
		Single ticket		Monthly ticket						Total - From Subsidy Document	
				single route			multi route				
				Priority	Normal	Group	Priority	Normal	Group		
7,000~9,000		55,000	100,000	70,000	100,000	200,000	140,000				
		K =S-(M~R)	L =K/G	M 55,000*A	N 100,000*B	O 70,000*C	P 100,000*D	Q 200,000*E	R 140,000*F	S	S/J
1	BX Gia Lâm - BX Yên Nghĩa	17,659,568,425	7,455	81,125,000	367,600,000	770,000	3,845,900,174	1,564,696,857	21,788,563	23,541,449,019	2,414
2	Bác Cổ - BX Yên Nghĩa	21,412,218,142	8,623	268,950,000	1,199,200,000	8,890,000	7,676,927,466	3,124,554,722	43,509,679	33,734,250,009	1,914
3	BX Giáp Bát - BX Gia Lâm	16,349,090,257	8,374	29,645,000	98,300,000	0	2,288,397,106	930,690,213	12,954,113	19,709,076,689	3,153
4	BX Giáp Bát - KĐT Vincom	904,765,795	6,259	5,665,000	19,100,000	0	307,317,101	124,932,271	1,740,555	1,363,520,722	1,875
5	Long Biên - BX Nước Ngâm	5,931,249,295	7,533	113,960,000	167,200,000	210,000	2,017,843,468	824,023,815	11,469,076	9,065,955,653	1,919
6	KĐT Linh Đàm - Phú Diễn	5,515,566,927	8,055	62,370,000	96,400,000	350,000	1,229,456,828	499,546,977	6,962,303	7,410,653,035	2,413
7/8	BX Giáp Bát - Cầu Giẽ / Thường Tín / Phú Minh	17,353,148,181	10,159	636,405,000	840,500,000	0	8,509,484,524	3,464,512,449	48,418,472	30,852,468,625	1,663
9	Cầu Giấy - Nội Bài	19,852,409,792	8,943	66,935,000	688,000,000	77,980,000	5,150,023,882	2,098,425,270	29,287,969	27,963,061,913	2,284
10	Long Biên - Đồng Mỹ	13,998,643,440	8,008	310,420,000	685,800,000	9,450,000	5,816,061,092	2,366,767,485	32,943,673	23,220,085,691	1,758
.	.										
.	.										
.	.										
A	Total 50 bus routes	519,319,263,412	8,506	5,402,540,000	13,364,800,000	234,080,000	139,397,926,271	56,653,476,464	788,841,997	735,160,928,144	2,218
B	Total for 17 ordered bus routes	60,926,051,656	5,783	1,505,295,000	3,047,600,000	9,870,000	33,298,993,890	13,515,412,320	188,328,364	112,491,551,229	1,495
C	Total for 5 socialized bus routes	13,898,808,390	7,921	987,855,000	804,200,000	490,000	11,775,049,839	4,758,911,217	66,249,639	32,291,564,084	1,294
	Total bus network (A+B+C)	594,144,123,458	8,101	7,895,690,000	17,216,600,000	244,440,000	184,471,970,000	74,927,800,000	1,043,420,000	879,944,043,458	2,038

*公共交通管理センター (Tramoc) からの入手データを活用し作成

出典： JICA 調査団

5.7.4 本 BRT 事業の代替路線別の運賃収入について

本 BRT の運賃収入は、需要予測によって表 5.1.1 において算出済みであるが、本運賃収入は「10,000+500×距離」による運賃収入の合計値であり、概念的には表 5.7.1 における「Single Ticket」に該当し、運賃制度上の割引運賃などは未考慮である。

表 5.7.1 による運賃制度と同等、あるいは何らかの割引制度を本 BRT 事業に適用できるか否かについては、大きな減収を招き事業採算性に大きく影響を及ぼすことから慎重な検討が必要となる。

一方、表 5.7.2 における発売実績は、都市鉄道などの公共交通の整備が十分でない現況において、割引対象の利用者が非常に多い。複数の都市鉄道の整備が進み本 BRT も整備された場合、バイク利用者からのモーダルシフトにより公共交通分担率は上昇することになり、割引対象とならない利用者が増えることになると考えられる。

運賃制度の詳細な検討は F/S 以降となるが、本調査による経済・財務分析における運賃収入の前提では「輸送人員の 50% が割引運賃の適用を受け、半額の運賃となる」ものとして、割引後の運賃収入は需要予測結果の 75% の運賃収入として見込むものとする。(表 5.7.4)

ただし、現行の「Monthly ticket」並みの大幅な割引率を適用した運賃制度を導入する場合は、本 BRT 事業における採算は確保できないこととなり、BRT 事業の維持のためには、設備投資対象コストの管理を分離して一般財源による負担や、現状の市内路線バスと同様の補助金制度の適用が必要となってくる。

表 5.7.4 本 BRT 事業の 1 日当たり運賃収入

(単位: Million VND/日)

			Option - 1&2	Option - 3	Option - 4	Option - 5	Option - 6
需要予測 結果	A	2020年	1,254	417	410	473	1,643
		2030年	2,497	1,126	1,801	2,098	3,338
経済財務 分析	A*0.75	2020年	940	313	307	355	1,233
		2030年	1,873	845	1,350	1,574	2,503

出典： JICA 調査団

6 経済財務分析

6.1 経済分析

6.1.1 経済分析の手法

経済分析では BRT 事業が行われる場合 (With) 及び行われない場合 (Without) における経済便益と経済費用の額を算出・比較することにより、本事業を実施することによる社会・経済的な妥当性を評価する。評価指標として、経済内部収益率 (Economic Internal Rate of Return : EIRR)、社会費用便益比 (Cost Benefit Ratio : CBR)、経済的純現在価値 (Economic Net Present Value : ENPV) を算定する。

6.1.2 経済費用

経済分析においては市場価格で計算された全ての費用および便益を、税金・関税等の移転項目を除いた経済費用に変換する必要がある。

本事業にかかる費用としては、BRT 事業に要する事業費及び、維持管理に要する費用があげられる（「5.6 概算事業費の積算」を参照）。経済費用の算定においては、まず VAT を控除したうえで、ベトナム国のインフラプロジェクトで一般的に用いられている経済費用換算係数 (Standard Conversion Factor : SCF) である 0.85 を乗じることにより、経済費用を算定することとする。なお経済分析においては、インフレーションは考慮していない。

6.1.3 経済便益

BRT 事業導入による経済便益としては、走行時間の短縮、走行経費の減少、交通事故の減少等、多岐にわたる効果が期待されるが、本分析においてはデータの入手可否、計測精度、金銭換算可であることを踏まえ、「走行時間の短縮」及び「走行経費の減少」にかかる便益を算出する。

(1) 走行時間短縮便益

走行時間短縮便益は、BRT 事業が実施されない場合 (Without) の総走行時間費用から BRT 事業が実施される場合 (With) の総走行時間費用を減じた差として算定する。

$$\text{走行時間短縮便益} = (\text{BRT 事業無の走行時間の費用}) - (\text{BRT 事業有の走行時間の費用})$$

走行時間の費用は、時間価値原単位に走行時間、交通量を乗じて算出する。

$$\text{走行時間の費用 (VND)} = \text{時間価値原単位 (VND/PCU} \cdot \text{時)} \times \text{走行時間 (時)} \times \text{交通量 (PCU)}$$

(2) 走行経費減少便益

走行経費減少便益は、BRT 事業が実施されない場合 (Without) の走行経費から BRT 事業が実施される場合 (With) の走行経費を減じた差として算定する。走行経費減少便益は、走行条件が改善されることによる費用低下のうち、走行時間に含まれない項目を対象としている。

$$\text{走行経費減少便益} = (\text{BRT 事業無の走行経費}) - (\text{BRT 事業有の走行経費})$$

走行経費は、車種別の走行経費原単位に走行距離、交通量を乗じて算出する。

$$\text{走行経費の費用 (VND)} = \text{走行経費原単位 (VND/PCU} \cdot \text{km)} \times \text{走行距離 (km)} \times \text{交通量 (PCU)}$$

6.1.4 経済分析の結果及び評価

(1) 前提条件

本経済分析に共通の前提条件を表 6.1.1 に示す。この条件に従い、本 BRT 事業の各 OPTION の評価を行った。

表 6.1.1 経済財務分析の前提条件

項目	前提条件	摘要
社会的割引率	12%	-
建設期間	2019～2022 年	-
事業期間	2023～2052 年	30 年間
価格基準年	2016 年	インフレは考慮しない

出典： JICA 調査団

なお、本事業が実施された場合の交通需要予測結果は、「3. 需要予測手法」に示すとおりである。車種別の時間価値 (TTC : Travel Time Cost) 及び走行経費 (VOC : Vehicle Operation Cost) の原単位については、2015 年に JICA により実施された調査「ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査 (METROS)」にて設定された原単位を活用した (表 6.1.2 及び参照)。

表 6.1.2 時間価値原単位

	Motorcycle (USD/hr)	Car (USD/hr)	Bus (USD/hr)
2020 年	2.39	3.55	1.91
2030 年	3.54	5.25	2.82

出典： METROS

表 6.1.3 走行経費原単位

Total VOC (USD/1,000km)	Motorcycle	Car	Bus	Truck
5 km/h	147	779	1,560	1,531
10 km/h	86	461	929	903
20 km/h	54	293	604	580
30 km/h	43	234	496	436
40 km/h	37	202	439	366
50 km/h	34	186	432	338
60 km/h	34	185	457	332
70 km/h	35	190	496	344
80 km/h	36	197	541	372
90 km/h	38	209	581	414

出典： METROS

(2) 経済分析の結果及び評価

上記を踏まえ、BRT 事業が実施されることによる影響及び効果について各 OPTION の実施形態を基に分析を行った。

表 6.1.4 に各 OPTION の経済分析結果を示す。各 OPTION とも EIRR は 12%以上、CBR は 1.0 以上、ENPV はプラスとなっている。社会経済的観点から、BRT 事業の各 OPTION とも効果の高い事業であることが明らかとなった。

また、各 OPTION、及び指標を比較すると、概ね以下のような結果が述べられる。

- EIRR、CBR は OPTION-3 が最も高く、ENPV は OPTION-6 が最も高い。OPTION-3 は全 OPTION の中で最も事業費用が低いものの便益は事業費用の 2 倍程度となっている。つまりは、事業費に比して便益が高いために EIRR 及び CBR も総じて高くなっている。OPTION-6 は事業費が高いものの便益は他の OPTION の 2 倍ほどとなっており、そのため便益と費用の差が最も大きく（得られる便益総額が最も大きい）、ENPV が高くなっている。これは、経済的な収益率としては OPTION-3 が良いものの、経済的な価格規模としては OPTION-6 が高いことを示している。OPTION-6 は EIRR としては OPTION-3 より低いものの、利益の規模の観点では約 1.7 倍も大きい。
- CBR が比較的低い OPTION-1、OPTION-2、OPTION-5 については、事業費が大きく影響している。BRT への転換の効果に対して必要となるコストが高く、他の OPTION と比べると効果は低い。
- OPTION-3 及び OPTION-4 については、BRT の走行経費が他の OPTION よりも低く、かつ便益の伸びも大きいことから全体的に高い結果になったと考えられる。

表 6.1.4 経済分析結果

経済分析指標	OPTION-1	OPTION-2	OPTION-3	OPTION-4	OPTION-5	OPTION-6
経済的内部収益率 (EIRR)	15.6%	19.4%	32.8%	29.2%	18.4%	24.9%
社会費用便益比 (CBR)	1.1	1.3	1.9	1.7	1.2	1.7
経済的純現在価値 (ENPV)	590	908	1,916	1,555	872	3,255

※各指標の計算方法は以下のとおりである。

Economic IRR=(経済的現在価値の値がゼロになるような割引率の値)

CBR(B/C)=(プロジェクト便益の現在価値)÷(プロジェクト費用の現在価値)

ENPV=(プロジェクト便益の現在価値)－(プロジェクト費用の現在価値)

出典： JICA 調査団

(3) 感度分析

EIRR について、費用及び便益を増減させた場合の結果を算定し、経済的リスクが生じた場合でも事業に実効性があるかどうかを評価した。結果を図 6.1.1 に示す。

- 全 OPTION とも、費用よりも便益が下がる方が EIRR への影響が大きい。
- OPTION-3、OPTION-4 及び OPTION-6 は事業費が増えかつ便益が低下しても EIRR>12%であり弾力性が高い。OPTION-6 は事業費が高いことを踏まえると、事業規模に比べても効果があることが推察される。

OPTION-1		Benefit			
		Base	-10%	-15%	-20%
Cost	Base	15.6%	12.7%	11.8%	9.5%
	+10%	13.0%	10.1%	8.5%	6.8%
	+15%	11.7%	8.9%	7.3%	5.6%
	+20%	10.6%	7.7%	6.1%	4.3%
OPTION-2		Benefit			
		Base	-10%	-15%	-20%
Cost	Base	19.4%	16.0%	15.0%	12.4%
	+10%	16.4%	13.1%	11.3%	9.4%
	+15%	15.0%	11.7%	9.9%	8.0%
	+20%	13.6%	10.4%	8.6%	6.7%
OPTION-3		Benefit			
		Base	-10%	-15%	-20%
Cost	Base	32.8%	29.1%	27.9%	25.1%
	+10%	29.4%	25.8%	24.0%	22.0%
	+15%	27.9%	24.4%	22.5%	20.6%
	+20%	26.5%	23.0%	21.2%	19.3%
OPTION-4		Benefit			
		Base	-10%	-15%	-20%
Cost	Base	29.2%	25.4%	24.2%	21.3%
	+10%	25.7%	22.1%	20.1%	18.1%
	+15%	24.2%	20.6%	18.7%	16.7%
	+20%	22.7%	19.1%	17.2%	15.3%
OPTION-5		Benefit			
		Base	-10%	-15%	-20%
Cost	Base	18.4%	15.0%	13.9%	11.1%
	+10%	15.3%	11.9%	10.0%	7.9%
	+15%	13.9%	10.4%	8.5%	6.3%
	+20%	12.5%	9.0%	7.0%	4.8%
OPTION-6		Benefit			
		Base	-10%	-15%	-20%
Cost	Base	24.9%	22.3%	21.5%	19.5%
	+10%	22.5%	20.0%	18.7%	17.3%
	+15%	21.5%	19.0%	17.6%	16.3%
	+20%	20.4%	18.0%	16.7%	15.3%

出典： JICA 調査団

図 6.1.1 感度分析結果

6.2 財務分析

6.2.1 財務分析の手法

財務分析の目的は市場価格で表示された費用（財務費用）と料金収入とを比較することによって、その財務的可能性を検討することにある。提案する各事業スキームに基づいて実施する際の事業期間中における財務状況をファイナンシャルモデルによりシミュレーションし、分析・評価する。具体的には一定の前提条件を基に事業開始時から終了時までシミュレーションを行った。財務分析では財務的内部収益率（Financial Internal Rate of Return：FIRR）を算出する。

6.2.2 前提条件

本事業の前提条件を表 6.2.1 に示す。

表 6.2.1 財務分析の前提条件

項目	前提条件	摘要
建設期間	2019～2022 年	-
事業期間	2023～2052 年	30 年間
価格基準年	2016 年	インフレーションを考慮

出典： JICA 調査団

6.2.3 事業実施にかかる費用

使用する費用は本事業の建設・運営に関する費用を計上した。表 6.2.2 に OPTION ごとの事業費用を示す。なお、詳細は「5. 代替路線の比較検討」に示す。

表 6.2.2 BRT 事業の費用

	OPTION-1	OPTION-2	OPTION-3	OPTION-4	OPTION-5	OPTION-6
費用（2018～2052） 単位：百万円	90,684	82,688	49,587	57,414	89,573	111,314

※VAT は標準税率（10%）を摘要。法人税は、The World Bank（2007）“Vietnam - Hanoi Urban Transport Development Project”より免除されるものとした。

出典： JICA 調査団

6.2.4 事業収入

本事業の収入は、BRT 事業の対象区間からの料金収入を想定している。料金設定は基準設定のケースを採用した。乗客数は本調査における需要予測に基づいたものとしているが、乗客の半数が子供と仮定し料金収入を算定した。OPTION ごとの収入を表 6.2.3 に示す。

表 6.2.3 BRT 料金及び収入

	OPTION-1	OPTION-2	OPTION-3	OPTION-4	OPTION-5	OPTION-6
初乗り (VND/Pax)	10,000					
+1km あたり (VND/Pax)	500					
収入 (2018~2052、百万円)	95,997	95,997	42,748	67,365	78,490	128,199

※VAT は標準税率（10%）を摘要。法人税は、The World Bank（2007）“Vietnam - Hanoi Urban Transport Development Project”より免除されるものとした。

出典： JICA 調査団

6.2.5 インフレ率

外貨及び内貨のインフレ率については、国際通貨基金（International Monetary Fund：IMF）の World Economic Outlook Databases にて示されているインフレ率（予測値）を基に、工事が始まる 2019 年以降は 2019 年～2021 年の平均値を摘要することとした。

表 6.2.4 外貨及び内貨のインフレ率

Year	Japan (%)	Vietnam (%)
2019	0.928	3.4
2020	1.004	3.8
2021	1.218	4
Average (2019-2021)	1.05	3.73

出典： World Economic Outlook Databases (International Monetary Fund：IMF)

6.2.6 為替レート

本事業に利用する為替レートは、2016 年 5 月 31 日時点におけるベトナム中央銀行のレートとした。

表 6.2.5 為替レート

1 USD =	22,597 VND
1 YEN =	203.68 VND

出典： The State Bank of Vietnam (May, 2016)

6.2.7 財務分析の結果及び評価

前述の前提条件に基づき財務分析を行った結果、BRT 事業の財務的内部収益率 (FIRR) は表 6.2.6 のとおりとなった。結果としては、OPTION-2、4、6 では FIRR が比較的高く、OPTION-1、3、5 で低い。OPTION-2、4、6 では収入と費用の差額が大きい、つまりは費用に対して需要が大きいため FIRR が高くなっている。反対に OPTION-1、3、5 は需要が費用に比して低い結果となっている。OPTION-3 及び OPTION-5 については収入と費用の差額がマイナスとなり、事業の採算が取れていないために低い結果となった。特に OPTION-3 は評価期間 30 年の間に事業費用が賄えていない赤字状況のため、FIRR はマイナスとなっている。

事業全体を独立採算で運営することは難しいが、前者は建設費や初期投資を政府支援にすることや、補助金等の支援を行うことで民間での運営も可能となる可能性がある。後者においては、OPTION-1 は初期費用及び補助金による支援、OPTION-3 及び OPTION-4 においては公共による実施が望ましい。

表 6.2.6 財務分析結果

財務分析指標	OPTION-1	OPTION-2	OPTION-3	OPTION-4	OPTION-5	OPTION-6
財務的内部収益率 (FIRR)	6.06%	10.48%	-0.16%	10.40%	0.18%	10.56%

出典： JICA 調査団

7 環境社会配慮、性差別配慮

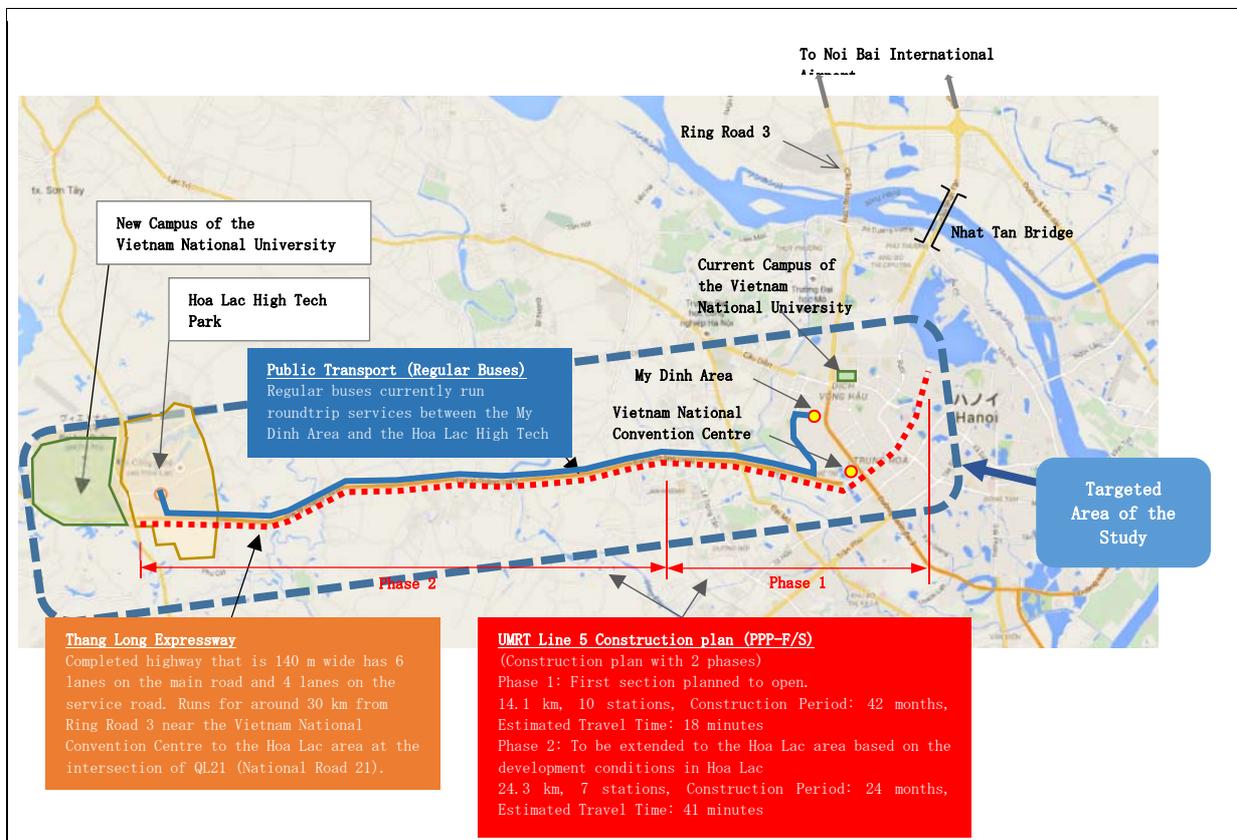
7.1 事業要旨

7.1.1 事業概要

本プロジェクトは下図に示すハノイ中心とハノイ市西部に位置する衛星都市ホアラック間的高速輸送システム（BRT）の実現に関する調査である。ホアラック衛星都市は、「2030年までのハノイ市建設マスタープラン、2050年ビジョン」（Decision 1259/QĐ-TTg dated July 26, 2011）において2030年には人口60万人になると予測されている。

ホアラックにはホアラック・ハイテクパーク、ベトナム国立大学の2つの重要施設が建設される予定である。ホアラック・ハイテクパーク、ベトナム国立大学の従業員、学生による将来的な交通需要喚起が期待される。

ハノイ中央部ーホアラック間を結ぶ都市鉄道5号線の建設・供用開始まではその代替としてBRTルートを検討する。現在のところタンロン高速道路のサービス道路に沿ってMy Dinh バスターミナルからSon Tay townshipまでNo.71、No.74の路線バスがおよそ30分間隔で運行している。この定期バスのみでは将来のハノイ中心部からの交通需要を賄えないと報告されている。



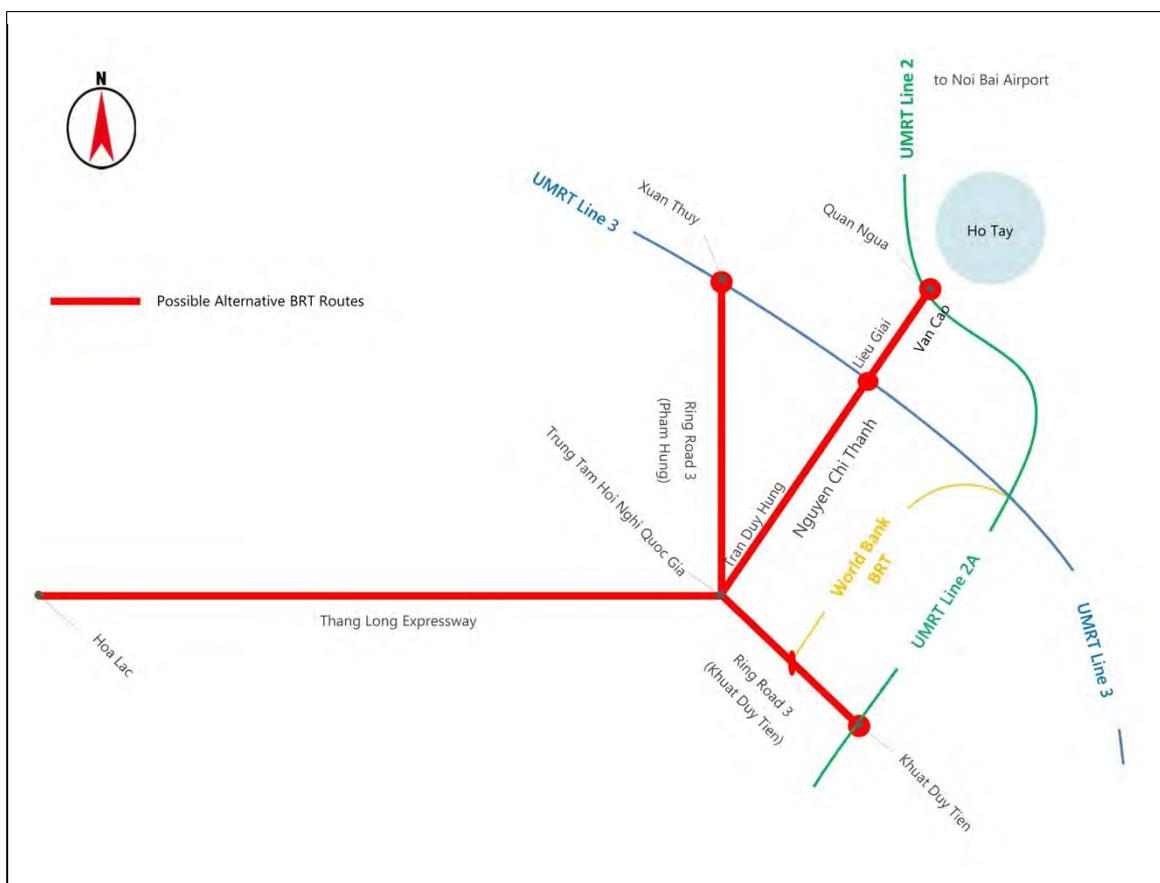
出典：JICA 調査団

図 7.1.1 調査対象地域

7.1.2 BRT ルート

ハノイ中心部とホアラク間交通結節のために、調査団は複数の BRT 路線代替案を提案した。郊外区間（環状道路 3 号線の外側）はタンロン高速道路を主に走行し、市街地区間（環状道路 3 号線の内側）では複数ルートについて検討を実施した。

(1) Tran Duy Hung–Nguyen Chi Thanh–Lieu Giai–Van Cao ルート, (2) National Convention Center (NCC) から Khuat Duy Tien road を通り世界銀行の BRT ルートに接続するため Khuat Duy Tien–Le Van Luong interchange へのルート, (3) 環状道路 3 号線沿いに NCC から Khuat Duy Tien–Nguyen Trai 及び Mai Dich interchanges へのルート (Khuat Duy Tien and Pham Hung roads)



出典：JICA 調査団

図 7.1.2 実現可能な BRT ルート案

郊外区間で提案している代替路線は、タンロン高速道路の既存車線を使用（いわゆる高速バス）するか、タンロン高速道路の緩衝帯に新規専用車線を建設するかの選択枝がある。市街地区間では既設道路の中央帯内に新規の BRT 専用車線を建設することを提案している。Tran Duy Hung–Nguyen Chi Thanh–Lieu Giai–Van Cao 道路の中央分離帯幅は 17m、環状道路 3 号線の中央分離帯幅は 28m である。各代替案の詳細情報と記載は 4 章および 5 章を参照のこと。

7.1.3 施設

面積 21,490m² のデポ施設 1 か所を、管理、駐車、車両メンテナンス、洗車、燃料補給などの目的のために建設予定である。このデポ施設は移転要請を最小にするためタンロン高速道路沿いの農地に建設予定である。

BRT 停留所は市街地区間では既設道路の中央分離帯に、郊外区間ではタンロン高速道路とサービス道路間の緩衝帯に整備予定である。

市街地区間における BRT 停留所間隔は概ね 1,200m、郊外区間における間隔は 1,000～4,100m である。ホアラクから Van Cao streets までルート上の全 BRT 停留所数は 21 である。

BRT 停留所から一般道路の歩道部への乗客移動のために歩道橋、地下通路、平面交差などが計画される。本計画では 2 タイプの BRT 車両の調達を予定している。；標準バス（全長 10.5–12m、定員 60–90 名）、連節バス（全長 18–20m、定員 140–170 名）代替案次第ではあるが、2030 年に 77～198 台の車両が必要になる。

7.2 カテゴリー分類と EIA および IEE の要求事項

7.2.1 カテゴリー分類

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年）によると、本プロジェクトはカテゴリー B に分類される。本プロジェクトは関連セクター、地域特性や対象地域等に重大な影響を与える可能性はないと見込まれる。概して、本プロジェクトによる不利な影響は特定の地域に見込まれ、多くの場合は通常の緩和策はより容易に計画することが可能である。

7.2.2 EIA および IEE の要求事項

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年）ではカテゴリー B の事業に対して初期環境影響評価（IEE）の実施が要求される。したがって、ハノイ市 BRT プロジェクトは JICA ガイドラインによると IEE の要求対象となる。

“Decree Stipulating on Environmental Protection Planning, Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Plans” of Vietnamese Government (Decree 18/2015/ND-CP dated February 14, 2015) を含む環境影響評価（EIA）に係るベトナム国の法規および、ハノイ市天然資源環境局（Hanoi DONRE）下のハノイ市環境保護室との協議結果によると、本プロジェクトが下記事項を含む場合には EIA の手続きが必要となる。

- i) I～III 級の高速道路もしくは小型オートバイ用道路の新規建設
- ii) 500m 以上の橋梁の新規建設
- iii) 5ha 以上のバスターミナルの新規建設
- iv) 毎年 500 台以上の小型オートバイの修繕・整備用作業場の新規建設

EIA や環境保護計画 (EPP) の要求事項はプロジェクト内容に準ずる。現時点において、本プロジェクトは BRT の経路や既存道路の新規レーン設置に対して 6 つの代替案をもつ。なお、各代替案は車両整備用工場を備えたデポ施設を含む。道路建設、デポ施設や車両整備工場の設置に係る代替案の EIA および EPP の要求事項について、以下の項に詳細を述べる。

いくつかの代替案はタンロン高速道路、環状道路 3 号線と Tran Duy Hung と Van Cao を結ぶ道路における新規レーン建設を含む。一方、他の代替案は新規レーンの建設を必要としない。環状道路 3 号線と Tran Duy Hung と Van Cao を結ぶ道路はハノイ市における主要な往復 2 または 3 車線道路であり、各々、ベトナム国建設省の都市道路設計仕様書 TCXDVN 104:2007 によると主要な都市部道路に分類され、小型オートバイ用道路の設計仕様書 TCVN 4054:2005 によると道路の機能や車線数、車線幅、歩道幅や中央分離帯の観点から II および III 級の小型オートバイ用道路に相当する。従って、本プロジェクトの代替案はタンロン高速道路や環状道路 3 号線もしくは Tran Duy Hung と Van Cao を結ぶ道路における専用車線の設置を含み、EIA 手続きの対象となる。

各代替案にて建設予定のデポ施設は 21,490 m² を予定しており、政令 18/2015/ND-CP に定める EIA 手続きの上限値である 5ha に満たない。しかしながら、デポ施設は BRT 車両全ての定期点検と保守を行うための 600 m² の敷地を含む。下表に示すように、2030 年における全車両数は代替案により 77~198 台となる。交通経済省の定める公共バスに係る技術規定省令 66/2014/TT-BGTVT に定められる通り、12,000km 走行後の車両は定期点検と保守を行う義務があるという規定に沿うと、2030 年には車両保守の回数は 937~2,292 回・台となり、政令 18/2015/ND-CP が定める値の 500 台/年を上回る。したがって、車両補修工場やデポ施設等は EIA 手続きの対象となる。

表 7.2.1 2030 年における保守車両台数

代替案	総走行距離 (km/日)	総車両台数	平均走行距離 (km/日/台)	一回の保守点検 に対する走行距離 (km/回)	車両一台あたり 保守点検の回数 (回/年)	保守点検回数の 総計 (車両・回数/年)
OPTION-1&2	54,522	143	381.3	12,000	11.6	1,658
OPTION-3	30,801	77	400.0	12,000	12.2	937
OPTION-4	36,920	95	388.6	12,000	11.8	1,123
OPTION-5	54,769	144	380.3	12,000	11.6	1,666
OPTION-6	75,348	198	380.5	12,000	11.6	2,292

出典: JICA 調査団

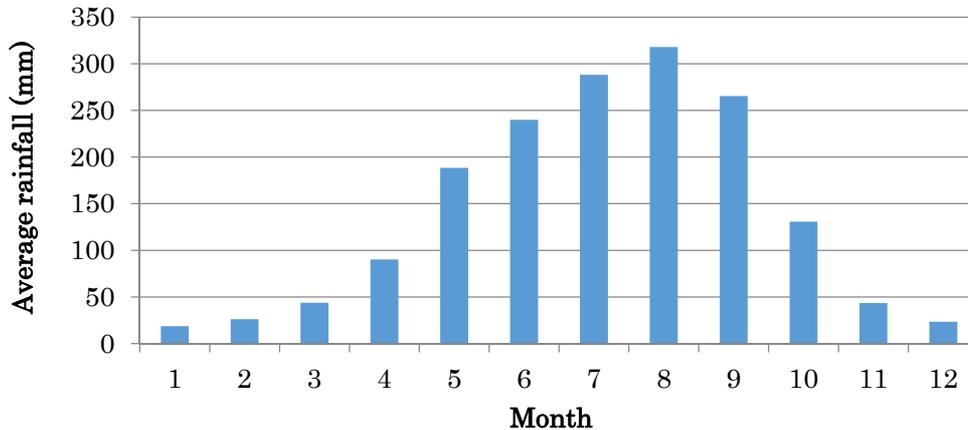
以上のことから、本 BRT プロジェクトは、ベトナム国政府の定める政令 18/2015/ND-CP により要求されるように、I~III 級の高速道路やその他道路における新規レーンの設置や、車両 500 台/年よりも多く扱う自動車両工場の建設を含んでいるため、環境影響評価の手続きを受ける必要がある。

7.3 環境の現状と社会状況

7.3.1 気候

ハノイは北部ベトナムの典型的な気候であり、多湿な亜熱帯気候は、夏季に高温。多雨で、冬季には冷涼で乾燥する。「Hanoi statistical year book 2014」によると、一般的に高温な気象は平均気温 28.1°C で 5 月から 9 月まで続き、冷涼な気象の 11 月から 3 月の平均気温は 18.6°C である。4 月と 10 月の 2 か月の中間月の平均気温は 24-25°C であり、年平均気温は 23.6°C、年平均相対湿度は 79% である。

最高温度は 1926 年 5 月に記録された 42.8℃、最低気温は 1955 年 1 月に記録された 2.7℃である。年降水量は 1680 mm でその大部分は夏季に降る。平均的に年間 139 日の降雨日がある。雨季は 5 月から 9 月まで続く。この 5 か月間に年間の 77.5% の降水がある。ハノイステーションにおける長期記録による平均的な月降水量を下図に示す。



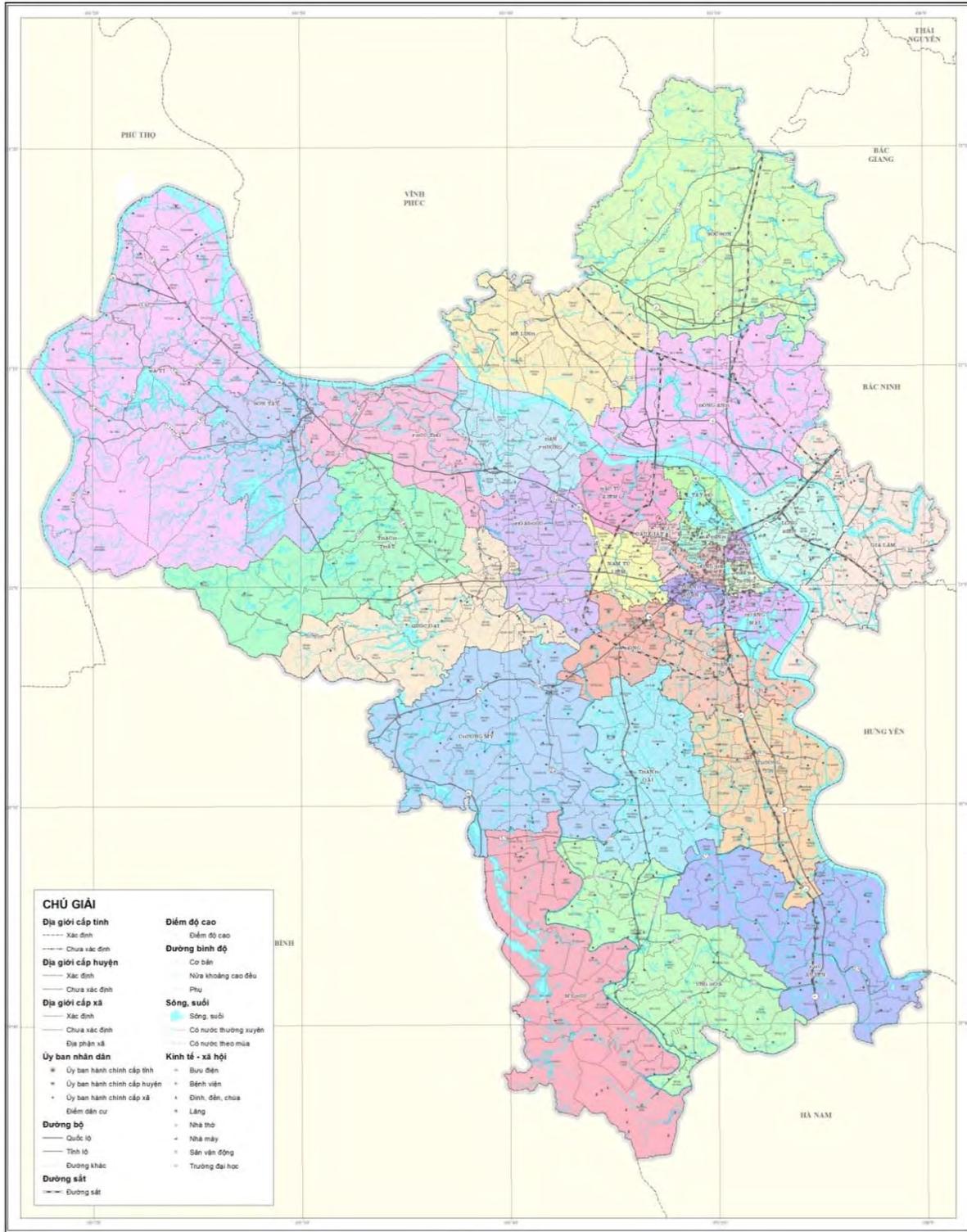
出典: Center of hydro-meteorological documentation

図 7.3.1 ハノイステーションでの長期間 (1989-2011) 測定に基づく月平均降水量

7.3.2 地形

「Overall report on environmental status of Hanoi city during the period of 2011-2015」によるとハノイ市の地形はデルタ地域、内陸部、山岳部の 3 種類の基本地形から構成される。概ね地形は北から南、西から東に向かい、漸次低くなり、平均的な高さは海拔 5-20m の幅である。丘陵と山地部はハノイ市の北部と西部に位置する。最高地点は Ba Vi 山の 1281m でこの地域の西部に位置する。

提案する BRT ルートは東西方向に伸び、デルタ地域のハノイ市中心部と内陸にあるハノイ市西部のホアラクを結ぶ。BRT ルートの東部分は下のハノイ市行政区分図に示すように混雑するハノイ市の Ba Dinh, Dong Da, Cau Giay, and Thanh Xuan 地区を抜ける。ルート西側の端は内陸部含まれる Thach That 地区に位置する。ルート中央部は農地と農村集落で特徴づけられ、急速に都市化が進むデルタ地域に位置する。



出典：ハノイ天然資源環境局，2015

図 7.3.2 ハノイ市行政区分図

7.3.3 地質

ハノイ市の地質は、更新世と完新世を含む第4紀の堆積物で特徴づけられる。地質専門図書である「Hanoi geology and minerals」Vu Nhat Thang (Ed.), published in 2003,によると、計画地には次の5累層が見つかっている。

Le Chi formation (aQ₁¹ lc): 前期更新世、ハノイ市では最古の第4紀堆積物。この累層は地下45mに分布し層厚は2.5-24.5m、河川礫、砂混じり細礫、粘土質シルト、植物痕からなる。

Hanoi formation (a, apQ₁²⁻³ hn): 中期—後期更新世、C14年代測定= 30,155±300年、Xuan Mai, Thach Thai, Hoa Lac, Kim Anh, Da Phuc, , Tam Nongにある紅河の第2河岸段丘分布する。累層の層厚は2.6-47m。礫混じり堆積土、細礫、礫及び細礫中の石英チャートからなる。

Vinh Phuc formation (a, albQ₁^{3b} vp): 後期更新世、当初 Vinh Phuc 累層は、海洋堆積期に形成されたと考えられていた。後の研究で河川、河川—海洋、海洋のように異なる起源と、異なる時期に形成されたことが示された。この累層の層厚は0-38m、この累層は細砂、石英チャート交じりの灰色シルト質粘土、植物痕を含むピンク—灰色粘土質シルト、細砂、斜交層理の粘土、シルト、粘土、紅土化した多様なシルトと粘土からなる。

Hai Hung formation (1b, mQ₂¹⁻² hh): 早期—中期完新世、C14年代測定= 7190 ± 85 - 4145 ± 50年、層厚は2-35m、この累層は河川、海洋、湿地、湖沼堆積物で、植物、木材や軟体動物の殻、植物痕のある暗灰色シルト質粘土からなる。

Thai Binh formation (a, albQ₂³ tb): 後期完新世、層厚は3-35m、この累層は海洋、河川—海洋、eolo-marine、海洋—湿地、河川起源の多様な因子から構成され、貝殻片、黒—灰色粘土質シルト、黄色粘土、砂、砂はチョコレート色の砂とシルトを介在する。

7.3.4 河川

計画地は Day、Nhue、Tich、To Lich の4河川が流下する。BRT ルートが東西方向に伸びる区間において、4河川は概ね北西から南東に流下している。どの河川も1回 BRT ルートと交差する。交差する川は西から順に Tich、Day、Nhue、To Lich 川である。このうち Day 川が最大かつ最も重要な河川であり、他の河川は支流である。

「Overall report on environmental status of Hanoi city during the period of 2011-2015」によると、Day 川の総延長は237km、流域面積は7500m²以上である。Day 川はしばしば紅河から分流していた。Day 川は Cam Dinh 水門から始まり、ハノイ市地区、Ha Nam、Ninh Binh、Nam 省を流下し、トンキン湾に注いでいる。計画地において Day 川は Quoc Oai 地区と Hoai Duc 地区の自然境界を形成しており、タンロン高速道路の13.6km地点で BRT ルートと交差する。

ベトナム環境総局の Nhue-Day 流域環境モニタリング公式ポータルサイト (<http://lvsnhue.cem.gov.vn/>)によると Nhue 川は Day 川支流で延長76km、排水面積は1,075km²である。Nhue 川は紅河の Lien Mac ダム洪水吐から始まり、Bac Tu Liem、Nam Tu Liem、Ha Dong、Thanh Tri、Thanh Oai、Thuong Tin、Phu Xuyen、地区、ハノイ市地区、Ha Nam 省 Duy Tien 地区を流下し、最終的には Day 川に Ha Nam 省 Phu Ly 市で合流する。Nhue 川は Nam Tu Liem 地区 Phu Do 共同体のある、タンロン高速道路の3.2km地点で BRT ルートと交差する。

Tich 川は Day 川のもう一つの支流で、全長110km、排水面積1,330km²である。その水源は Ba vi 山にあり、ハノイ市の Ba Vi、Son Tay、Phuc Tho、Thach That、Quoc Oai、Chuong My 地区を流下し、最終的にはハノイ市 My Duc 地区の Phuc Lam 共同体のある Ba Tha で Day 川に合流する。Tich 川は Quoc Oai 地区の Ngoc Liep 共同体のあるタンロン高速道路の21.3km地点で BRT ルートと交差する。

To Lich 川は Nhue 川の小支流である。西湖の Phan Dinh Phung 排水口から始まり、ハノイ市中心地区を流下する。延長は 14.6 km 排水面積は 77.5 km² である。この河川は BRT ルートと Tran Duy Hung and Nguyen Chi Thanh streets の Trung Hoa 橋で交差する。

7.3.5 土壌

計画地は紅河とその支流の Day、Nhue、Tich 川などが作り出した広大で標高の高い平野に位置している。ハノイ天然資源環境局の「Soil and land statistical data in 2010」によれば、計画地の大部分は赤黄色土グループが占め、次いでフルビソルグループ、湿土、泥炭土、deposit valley soil グループとなっている。赤黄色土グループの土性は砂壤土から軽埴土、弱酸性か強酸性までと多様である。このグループの利用可能な養分量は表層で極めて高く下層の土壌では低い。フルビソルグループはやや酸性から弱酸性で、養分量は表層で中位～極めて高くまで幅がある。湿土と泥炭土グループは強グライ土で骨格構造は壊れ pH は酸性から強酸性である。これらの養分量は極めて高い～高いまで幅がある。deposit valley soil グループは酸性から強酸性で、養分量と交換性塩基は低い。この土壌の土性はライト・ローム(light loam)からミディアム・ローム(medium loam)の幅がある。

以下に注意が必要である。BRT ルートは、Nguyen Chi Thanh、Lieu Giai、Van Cao、Pham Hung、Khuat Du、Tien 道路及びタンロン高速道路のような既設道路上に建設される。状況によってはバス専用車線の準備のために中央分離帯が改修される。歩道橋とバス停留所が中央分離帯及び舗装道路上に建設される。道路建設と（もしあれば）補助施設の建設は、既に構築された既設道路の基盤上で行われ、それらの土壌材料は元々現地にあったものとは異なる。ただしデポ施設はタンロン高速道路脇の農地に建設される予定である。

7.3.6 保護区

Ba Vi 国立公園のオフィシャルサイト (<http://vuonquocgiabavi.com.vn/>) によると、面積 10,815ha の Ba Vi 国立公園はハノイ市の 3 地区 (Ba Vi、Thach That、Quoc Oai)、Hoa Binh 省の 2 地区 (Luong Son、Ky Son) に 1991 年に設立された。公園の緩衝帯は 16 共同体の管理区域に属する。その内訳は Ba Vi 地区の 7 共同体 (Ba Vi、Ba Trai、Tan Linh、Khanh Thuong、Minh Quang、Van Hoa、Yen Bai)、Thach That 地区の 3 共同体 (Tien Xuan、Yen Trung、Yen Binh)、Quoc Oai 地区の 1 共同体 (Dong Xuan)、Luong Son 地区の 1 共同体 (Lam Son)、Ky Son 地区の 4 共同体 (Yen Quang、Phu Minh、Phuc Tien、Dan Hoa) である、提案している BRT ルートと Thach That 地区の Thach Hoa 共同体に提案しているデポはこれらの保護区に重ならないことは確認されている。

7.3.7 緑地

図 7.3.3 に示すように Cuban Royal Palm (*Roystonea regia*), Fountain Palm (*Livistona chinensis*), Areca Palm (*Dyopsis lutescens*), Indochina Dragon Plum (*Dracontomelon duperreanum*) and Royal Poinciana (*Delonix regia*) などの熱帯性の常緑樹が Van Cao、Lieu Giai、Nguyen Chi Thanh、Tran Duy Hung 通りと、タンロン高速道路に植栽されている。道路の中央分離帯に植えられたこれらのすべての樹木は、都市樹木と考えられ、通常は IUCN レッドリストの危惧種リストに挙げられていない。



Cuban Royal Palm (*Roystonea regia*) on Van Cao street



Fountain Palm (*Livistona chinensis*) near Japanese embassy on Lieu Giai street



Royal Poinciana (*Delonix regia*) on Thang Long expressway



Indochina Dragon Plum (*Dracontomelon duperreanum*) on Thang Long expressway

図 7.3.3 タンロン高速道路, Lieu Giai and Van Cao 通りにおける植栽写真

出典: JICA 調査団

イネ、トウモロコシ、キャベツ、中国エンドウ、リンゴ、マンゴー、ライチ、および園芸植物のような農業と果樹における一般的な種が、タンロン高速道路沿いの Hoai Duc、Quoc Oai、Thach That 地区の農地で栽培されている。図 7.3.4 は Quoc Oai 地区のタンロン高速道路から見た米作地である。



図 7.3.4 Quoc Oai 地区 (ハノイ市)のタンロン高速道路沿いの米作地

出典: JICA 調査団

7.3.8 大気質

BRT 計画地の環境大気質データはハノイ市天然資源環境局（Hanoi DONRE）から収集した。環境大気質データは以下セクションに、環状道路 3 号線で分けられる都市部グループと郊外部グループの二つに分けて示した。

7.3.8.1 都市部

2015 年の 9 月に測定されたハノイ都市部の環境大気質の測定結果（1 時間値）を下表に示す。測定項目は TSP、NO₂、SO₂、CO、ベンゼンである。大気質に関する国家技術基準（QCVN 05:2013/BTNMT and QCVN 06:2009/BTNMT）との比較において、提案 BRT ルート沿いのインターチェンジにおける 2015 年 9 月の測定結果では、TSP とベンゼン濃度がすべての測定点で許容値を超えている。NO₂ 濃度は環状道路 3 号線沿いのほとんどのモニタリング地点で測定され、許容値を超えている。その一方、Tran Duy Hung 通りと Nguyen Chi Thanh 通り沿いのインターチェンジでは NO₂ 濃度は基準を満足している。同様に環状道路 3 号線沿で測定された SO₂ 濃度は QCVN 基準を超え、その一方で Lieu Giai-Kim Ma インターチェンジを除く Tran Duy Hung 通り Nguyen Chi Thanh 通りでは QCVN 基準値を満足している。

都市部の関連道路における SO₂ 濃度は QCVN 基準値に近く、CO 濃度はすべての測定地点で計測されているが、すべて QCVN 基準を下回っている。高い CO 濃度は Khuat Duy Tien-Nguyen Trai インターチェンジ、My Dinh バスターミナルで測定されているがそれらは基準値よりわずかに低い。

表 7.3.1 ハノイ市 2015 年の環境大気質測定結果（1 時間値）

地点	TSP	NO ₂	SO ₂	CO	Benzene
	μg/m ³				
Lieu Giai - Kim Ma interchange	1,222*	189	372	14,217	28.3
Nguyen Chi Thanh - La Thanh interchange	474	151	312	14,473	30.4
Nguyen Chi Thanh - Lang interchange	518	135	287	12,083	28.4
Tran Duy Hung - Pham Hung interchange	585	126	276	11,011	24.3
Khuat Duy Tien - Nguyen Trai interchange	634	218	394	25,358	38.6
Mai Dich interchange	890	194	380	17,497	29.1
My Dinh bus terminal**	-	239	509	26,486	41.5
QCVN 05:2013/BTNMT & QCVN 06:2009/BTNMT	300	200	350	30,000	22
Note: *: The concentration was actually measured at Lieu Giai - Phan Ke Binh interchange **: The concentration was measured in 2014 and data were extracted from "Overall report on environmental status of Hanoi city during the period of 2011-2015"					

出典：ハノイ環境天然資源測定分析センター

7.3.8.2 郊外部

「Overall report on environmental status of Hanoi city during the period of 2011-2015」によると、Quan Hoa 区 (Cau Giay 地区)における TSP, NO₂, SO₂, CO 測定値 (1時間値) と Tay Mo 区 (Nam Tu Liem 地区)における 2014 年の測定結果は QCVN 05:2013/BTNMT. に規定される基準を下回っていた。

「Thang Long expressway monitoring results 2011」によれば、タンロン高速道路沿いの 5 地点において 2011 年 2 月に大気質 ((TSP, NO₂, SO₂, CO) が測定されている。5 地点中 3 地点で TSP が QCVN 基準を上回っている。NO₂、SO₂、CO 濃度は 5 地点とも基準値を下回っている。

7.3.9 水質

計画地のいくつかの水域における表層水質がハノイ環境天然資源測定分析センター (Hanoi CENMA) により測定されており、そこには都市部の湖沼と河川、郊外部の河川のデータが含まれている。

7.3.9.1 都市部の湖沼

表 7.3.2 に示すのは 2015 年 8 月に測定された Ngoc Khanh と Thu Le 湖の水質である。Ngoc Khanh 湖は Nguyen Chi Thanh 通り脇にあり、Thu Le 湖は Daewoo ホテルの隣にある。QCVN 08-MT:2015/BTNMT (灌漑用水質)である B1 クラス基準との比較では、COD と亜硝酸性窒素を除くほとんどの項目で基準を満足していた。Ngoc Khanh 湖は、DO、COD アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、リン酸、界面活性剤、大腸菌群数などのさらに多くの項目で基準を満足しない悪い結果を示している。この結果は Ngoc Khanh 湖が栄養塩、界面活性剤、大腸菌で汚染されていることを示している。

表 7.3.2 ハノイ市 2015 年の湖沼水質測定結果

No.	指標	単位	Ngoc Khanh 湖	Thu Le 湖	QCVN 08-MT:2015/BTNMT B1 class
1	T	°C	28.0	29.5	-
2	pH	-	7.8	7.4	5.5-9
3	DO	mg/l	2.9	4.9	≥ 4
4	Turbidity	NTU	23.7	9.5	-
5	BOD ₅	mg/l	14	15	15
6	COD	mg/l	31	31	30
7	TSS	mg/l	24	19	50
8	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg N/l	4.46	0.4	0.9
9	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg N/l	14.3	2.1	10
10	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg N/l	0.268	0.14	0.05
11	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg P/l	0.79	0.05	0.3
12	Iron (Fe)	mg/l	0.48	0.20	1.5
13	Surfactant	mg/l	0.63	0.18	0.4
14	Total oil & grease	mg/l	0.6	0.9	1
15	Total phenol	mg/l	0.0084	0.0084	0.01
16	Total Coliform	MPN/100ml	9.3x10 ⁴	9x10 ²	7500

出典：ハノイ環境天然資源測定分析センター

7.3.9.2 To Lich 川の水質

表 7.3.3 はハノイ市の都市部を流下する To Lich 川で 2015 年 8 月に測定した水質である。To Lich 川上流と提案 BRT ルート (Tran Duy Hung と Nguyen Chi Thanh 通り沿い) と To Lich 川の交差する 2 地点で測定されている。BOD、COD、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、リン酸、界面活性剤、オイル&グリース、大腸菌群数において両地点とも著しく基準 (QCVN 08-MT:2015/BTNMT の B2 クラスである水運用水質) を超過している。この結果は、有機化合物、栄養塩、界面活性剤、大腸菌により頻繁に汚染されていることを示している。

表 7.3.3 ハノイ市 2015 年 8 月の To Lich 川水質測定結果

No.	指標	単位	Giay 橋	Trung Hoa 橋	QCVN 08-MT:2015/BTNMT B2 class
1	T	°C	31.0	31.0	-
2	pH	-	7.3	7.2	5.5-9
3	DO	mg/l	3.1	3.2	≥ 2
4	Turbidity	NTU	78.0	81.0	-
5	BOD ₅	mg/l	65	91	25
6	COD	mg/l	151	184	50
7	TSS	mg/l	44	30	100
8	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg N/l	6.75	19.7	0.9

No.	指標	単位	Giay 橋	Trung Hoa 橋	QCVN 08-MT:2015/BTNMT B2 class
9	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg N/l	0.5	0.7	15
10	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg N/l	0.058	0.055	0.05
11	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg P/l	3.32	2.18	0.5
12	Iron (Fe)	mg/l	0.66	0.75	2
13	Surfactant	mg/l	2.48	3.09	0.5
14	Total oil & grease	mg/l	1.7	1.5	1
15	Total phenol	mg/l	0.0185	0.0196	0.02
16	Total Coliform	MPN/100ml	4.6x10 ⁶	4.6x10 ⁶	1000

出典：ハノイ環境天然資源測定分析センター

7.3.9.3 Tich 川の水質

2015 年 8 月の Tich 川の水質測定結果を下表に示す。2 か所の測定地点は BRT ルート（タンロン高速道路）と Tich 川との交差点の上下流にある Can Kiem 共同体（Thach That 地区）と Liep Tuyet 共同体（Quoc Oai 地区）に位置する。表は、2 地点のアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素が許容値（QCVN 08-MT:2015/BTNMT の B1 クラスである灌漑用水質）を上回っていることを示している。この測定結果は周辺の農地からの窒素肥料の流出により、Tich 川が栄養塩で汚染されている事を示している。

表 7.3.4 ハノイ市 2015 年 8 月の Tich 川水質測定結果

No.	指標	単位	Can Kiem コミュニティ	Liep Tuyet コミュニティ	QCVN 08-MT:2015/BTNMT B1 class
1	T	°C	32.0	32.0	-
2	pH	-	7.2	7.2	5.5-9
3	DO	mg/l	5.1	5.1	≥ 4
4	Turbidity	NTU	18.0	19.0	-
5	BOD ₅	mg/l	9	10	15
6	COD	mg/l	21	22	30
7	TSS	mg/l	19	23	50
8	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg N/l	3.30	3.78	0.9
9	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg N/l	21.4	17.2	10
10	Nitrite (NO ₂ ⁻)	mg N/l	0.063	0.073	0.05
11	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg P/l	0.07	0.06	0.3
12	Iron (Fe)	mg/l	0.85	0.77	1.5
13	Surfactant	mg/l	0.12	0.08	0.4
14	Total oil & grease	mg/l	0.5	0.4	1
15	Total phenol	mg/l	0.0055	0.0068	0.01
16	Total Coliform	MPN/100ml	7x10 ²	4x10 ²	7500

出典：ハノイ環境天然資源測定分析センター

7.3.10 土壌

「Overall report on environmental status of Hanoi city during the period of 2011-2015」によれば、Ba Vi、Thach That、Quoc Oai、Nam Tu Liem 地区を含む、ハノイ市の 16 地区で 45 の農薬の残留貯蔵が行われている。農薬の残留貯蔵は周辺の土壌汚染を引き起こす可能性がある。さらにいくつか野菜や園芸の集約農業地区では過剰に農薬が使用されており、異なる種類の農薬により汚染が生じる可能性がある。

「Evaluation of toxic residues in soil of key vegetable production areas」2010 年、Pham Quang Ha, Bui Thi Phuong Loan 及び他の共著者の調査は、ハノイ市の異なる地区で土壌中の農薬を確認しており、下表にその概要を示す。

表 7.3.5 ハノイ市郊外の野菜生産土壌中の残留農薬

グループ	農薬	サンプル土壌内の農薬の割合	汚染されたサンプルが発見された地域 (郡)
Organophosphorus	1. Methidathion	40.0% (16/40 samples)	Ba Vi, Son Tay, Thach That, Phuc Tho, Hoai Duc, Chuong My, Thuong Tin
	2. Profenofos		
	3. Chlorpyrifos		
	4. Fenitrothion		
Pyrethroid	5. Cypermethrin	37.5% (15/40 samples)	Thach That, Phuc Tho, Dan Phuong, Hoai Duc, Chuong My, Thuong Tin, Thanh Oai
	6. Fenvalerate		
	7. Permethrin		
Triazole	8. Hexaconazole	22.5% (9/40 samples)	Phuc Tho, Hoai Duc, Chuong My, Thuong Tin
	9. Difenconazole		
	10. Chlorothalonil		
Fiproles	11. Fipronil	32.5% (13/40 samples)	Hoai Duc, Chuong My, Thuong Tin, Thanh Oai

出典: "Evaluation of toxic residues in soil of key vegetable production areas", Pham Quang Ha, Bui Thi Phuong Loan, et al. 2010.

7.3.11 騒音・振動

ハノイ CENMA (ハノイ環境天然資源測定分析センター) により、都市部の提案 BRT ルート沿いのインターチェンジで 2015 年 9 月に騒音レベルが測定されている。下表に示す測定騒音レベル結果は、QCVN 26:2010/BTNMT の通常地域の午前 6 時-午前 9 時の許容レベルを超えている。この結果は提案 BRT ルート沿いのインターチェンジでは自動車の騒音により、著しく音環境が悪化していることを示している。

表 7.3.6 ハノイ市 2015 年 9 月の騒音レベル (8 am-5 pm)測定結果

地点	騒音レベル (L _{Aeq} , dB)
Lieu Giai - Kim Ma interchange	82
Nguyen Chi Thanh - La Thanh interchange	79.6
Nguyen Chi Thanh - Lang interchange	81.7

地点	騒音レベル (L _{Aeq} , dB)
Tran Duy Hung – Pham Hung interchange	83.6
Khuat Duy Tien – Nguyen Trai interchange	83.8
Mai Dich interchange	85.1
QCVN 26:2010/BTNMT (6 am–9 pm)	70

出典：ハノイ環境天然資源測定分析センター

「Thang Long expressway monitoring results 2011」によればタンロン高速道路の5地点の8 am–6pmの等価騒音レベル (L_{Aeq}) 測定結果は、72.7から74.4dBである。タンロン高速道路の2011年の測定結果によると QCVN 26:2010/BTNMT. の許容レベルより少し高かった。タンロン高速道路沿道では、自動車からの騒音により多少音環境が悪化していると言える。

7.3.12 人口とジェンダー

2014年時点でのBRTルートが通る9郡の人口は計2,288,200人であり、ハノイ市全人口の31.49%を占める。これらの郡の平均人口密度は4,340人/km²であり、ハノイ市の平均人口密度の1.97倍である。本プロジェクト対象地域の各郡にて、女性の占める割合は48.50~52.30%となる。自然人口増加率は、本プロジェクト対象地域の各郡では10.50~15.58%であり、プロジェクト対象地域全体では12.53%である。2014年における本プロジェクト地域内の各郡における人口、人口密度、性別割合と自然人口増加率の詳細を下表に示す。

表 7.3.7 2014年のプロジェクト対象地域の郡における人口、人口密度、女性の平均人口および自然人口増加割合

郡	人口 (千人)	女性の平均人口		人口密度 (人/km ²)	自然人口増加割合 (%)
		千人	%		
Ba Dinh	243.6	127.2	52.30	26,335	13.31
Cau Giay	256.3	129.1	50.83	21,305	11.80
Dong Da	407.7	211.5	51.88	40,934	11.35
Thanh Xuan	270.9	135.1	50.32	29,835	10.50
Nam Tu Liem	216.8	103.4	48.50	6,716	13.39
Bac Tu Liem	318.3	154.7	48.94	7,343	10.65
Hoai Duc	215.8	111.7	52.22	2,617	14.26
Quoc Oai	177.4	90.1	51.25	1,199	15.58
Thach That	197.6	100.5	51.33	1,070	11.96
Hanoi city	7,319.0	3,703.4	50.97	2,202	12.95

出典：2014年ハノイ統計年鑑

首相決定 1259/QĐ-TTg dated July 26, 2011に規定されるハノイ市の2030年までの建設マスタープランと2050年までの将来像によると、2030年にはホアラク地区の人口は600,000人となると予想されている。しかしながら、ベトナム主要都市における鉄道情報収集 (METROS調査: JICA) によると、2030年までに600,000人に到達するのは難しいと評価されている。

7.3.13 労働

2014 年のハノイ統計年鑑によると、本プロジェクト対象地区の郡では 147,331 人が非農業の個人経営を行い、13,6428 人が非政府産業に従事し、108,091 人が民間の販売・サービス業に携わっている。2014 における BRT 地域の 9 郡における各セクターの従事者人数の詳細を下表に示す。

表 7.3.8 2014 年の BRT 地域における民間セクターでの労働人口 (単位: 人)

郡	非農業の個人経営に係る従事者	非政府産業への従事者	民間販売・サービス業従事者
Ba Dinh	16,089	15,543	15,047
Cau Giay	15,190	12,050	14,472
Dong Da	17,640	19,533	16,145
Thanh Xuan	14,748	24,757	13,734
Nam Tu Liem	9,955	9,065	9,401
Bac Tu Liem	7,673	11,836	7,137
Hoai Duc	23,678	15,600	12,912
Quoc Oai	21,948	12,685	10,016
Thach That	20,410	15,359	9,227
Total of 9 districts	147,331	136,428	108,091

出典: 2014 年ハノイ統計年鑑

7.3.14 少数民族

ハノイ市の人民委員会の下部組織である少数民族問題評議会によると、ハノイ市の 30 郡すべてに少数民族が確認されている。2014 年の時点で少数民族の人口は 37 民族からなる 68,000 人であり、市の人口である 720 万人の 0.9% を占める。少数民族のうち、Hmong が 78.5% (53,000 人)、Tay が 8.8% (6,000 人)、Dao が 3.6% (2,435 人)、そして Nung が 2.9% (2,000 人) を占める。

(出典:

<http://vietq.vn/3030-quan-huyen-o-ha-noi-deu-co-dong-bao-dan-toc-thieu-so-sinh-song-d44413.html>)

集落を形成している少数民族は、Ba Vi (7 コミューン)、Thach That (3 コミューン)、Quoc Oai (2 コミューン)、Chuong My (1 コミューン) および My Duc (1 コミューン) 郡の計 5 郡 14 コミューン、152 の村落において確認された。集落として生活する少数民族の人口総計は 12,304 世帯の 52,791 人となり、大半は Hmong と Dao である。Ba Vi コミューン (Ba Vi 郡) と An Phu コミューン (My Duc 郡) は特に貧困で生活が厳しい。加えて、とりわけ生活が厳しい計 26 のコミュニティが存在する。

(出典: <http://vietq.vn/3030-quan-huyen-o-ha-noi-deu-co-dong-bao-dan-toc-thieu-so-sinh-song-d44413.html>)

Thach That 県では、13 民族からなる計 11,026 人の少数民族が存在し、県人口の 5.45% を占める。彼らの大半は Hmong (10,880 人) であり、Yen Trung、Yen Binh と Tien Xuan の 3 つの山間の郡に居住している。13 民族の残る 146 人は郡の 20 のコミュニティ/町に暮らしている。Thach That 郡の Hmong 族は、習慣、ふるまい、儀礼、住居や衣服などに価値の高い伝統文化をもつ先住民族である。とりわけ Hmong 族

は、銅鑼や“sac bua”声楽、“vi”声楽などの芸術や” con”投げ、揺り動き、石弓うちなどのゲーム等、高い文化性と個性ある活動を行う。

(出典：

<http://hanoi.gov.vn/30/-/hn/ZV0m7e3VDMRM/111101/2757827/10/huyen-thach-that-quan-tam-bao-ton-phat-huy-ban-sac-van-hoa-dan-toc-muong.html>;jsessionid=7a0dGxTfi9JkORE2oa37n2x3.app2;
http://daithachthat.gov.vn/dai-hoi-dai-bieu-dan-toc-thieu-so-huyen-thach-that-lan-thu-2_513.html)

Quoc Oai 郡には 21 コミューン/町に 14 の少数民族が住んでおり、全人口の 3.6%を占める。少数民族には Hmong、Tho、Thai、Tay、Nung、Cao Lan、Dao、San Diu、Hoa、Kho me、Cham、Hre および Xa Pho が含まれる。少数民族の大半は Dong Xuan と Phu Man コミューンに居住する。

(出典：

<http://bandantoc.hanoi.gov.vn/chuyenmuc/chitietchuyenmuc/tabid/236/title/539/ctitle/156/Default.aspx?TopMenuId=0&keysearch=&cMenu0=0&cMenu1=156&cMenu2=0>)

7.3.15 地域経済

2014 年時価でのハノイ市における総生産額は、514 兆 4,490 億 VND であり、内訳として農林水産業が 23 兆 9370 億 VND (約 4.7%)、建設産業が 214 兆 2450 億 VND (約 41.6%)、サービス業分野が 276 兆 2670 億 VND (約 53.7%) である。ハノイ市の経済は近年着実に成長しており、2010 年の恒常価格の総生産指標は 2010 年の 108.5%から 2014 年の 111.3%へ上昇し、全国で最も高い値となった。同市の産業生産は 1990 年代から好景気を迎え、2006～2010 年の年成長の平均は 11.6%であった。2014 年の BRT 地域の郡における経済状況を下表に示す。

表 7.3.9 2014 年における BRT 地域の郡の経済状況

郡	穀類生産高 (トン)	バッファ ローの頭 数 (頭)	畜牛頭数 (頭)	豚の頭数 (頭)	家禽数 (千頭)	総歳入 (10 億 VND)	総歳出 (10 億 VND)
Ba Dinh	-	-	-	-	-	1,694	1,123
Cau Giay	-	-	-	-	-	2,530	1,675
Dong Da	-	-	-	-	-	1,620	609
Thanh Xuan	-	-	-	-	-	1,853	731
Nam Tu Liem	-	-	-	-	-	1,207	701
Bac Tu Liem	-	-	-	-	-	1,830	448
Hoai Duc	30,206	613	2,757	57,776	453	1,078	633
Quoc Oai	66,942	1,556	4,663	80,628	2,240	895	668
Thach That	62,493	3,139	4,123	64,467	1,329	908	586
Total of 9 districts	159,641	5,308	11,543	202,871	4,022	13,615	7,174

出典：2014 年ハノイ統計年鑑

協議会議を通じて収集した、Lieu Giai 区 (Ba Dinh 郡)、Me Tri 区 (Nam Tu Liem 郡) および Thach Hoa 共同体 (Thach That 郡) の 2015 年の社会経済状況に係る情報を付属資料 A に示す。

7.3.16 既存インフラおよび交通システム

本プロジェクト対象地における道路交通システムは、非常に発達しており機能的に配置されている。本プロジェクトにおける主要道路にはタンロン高速道路、環状道路 3 号線、Tran Duy Hung-Nguyen Chi Thanh-Lieu Giai-Van Cao 道路が含まれる。タンロン高速道路は道路幅 140m、長さ 30km に及び、ハノイ中心街とハノイ市およびホアラック市西部を Cau Giay、Nam Tu Liem、Hoai Duc、Quoc Oai、および Thach That 郡経由で結ぶ。タンロン高速道路は往復 6 車線の高速道路と往復 4 車線のサービス道路を含む。環状道路 3 号線は BRT 地域内に位置し、往復 4 車線の高架高速道路および非常用駐車のための路肩を有する高規格道路である。Tran Duy Hung-Nguyen Chi Thanh-Lieu Giai-Van Cao road 道路は往復 4~6 車線で中央分離帯を有し、タンロン高速道路とハノイ中心部を繋ぐ。その他の重要道路は Nguyen Chanh-Hoang Minh Giam 道路、環状道路 2.5 号線（現在建設中の Trung Kinh-Hoang Dao Thuy 道路）、環状道路 2 号線 (Lang 道路)、環状道路 1 号線 (La Thanh 道路)、Cau Giay - Kim Ma 道路、Doi Can、Hoang Hoa Tham、Thuy Khue 通りであり、全て Tran Duy Hung から Van Cao 通りを結ぶ通りの交差道路である。郊外のその他の重要道路は省道 70 号線と国道 21A (Thang Long 高速道路の終点に位置) である。ホアラック ハイテクパークはベトナム国における最初に建設された最大のハイテクパークであり総面積は 1,586 ha (約 4,000 エーカーとなる) である。同ハイテクパークはタンロン高速道路の終点から西に延びている。ハイテクパークは科学都市のモデルとして開発され、200,000 人が労働、居住している。同エリアは 229ha の研究開発ゾーン (R&D)、76ha のソフトウェアゾーン、549.5ha のハイテク産業ゾーンと 108ha の教育訓練エリアからなる。その他のエリアには 50ha の中央エリアと 87.5ha のサービスエリアを含む。ハイテクパークには多くの大学機関、教育訓練センター、職業訓練学校や工場がある。

7.3.17 土地利用

2014 年のハノイ統計年鑑によると、BRT プロジェクトの対象 9 郡の総面積は 530.92 km² であり、農地が 198.98 km²、林地が 42.86 km² (Quoc Oai および Thach That 郡のみ)、居住地域が 81.29 km²、特定用地が 161.78 km²、その他 32.37 km² となる。特定用地とは非農業地域を指し、政府用地や軍用目的、公用地 (交通、市場、学校や病院等に使用) や生産業 (工業ゾーン、生産業用地、鉱山採掘用地等) へ使われる。BRT プロジェクトの対象郡の土地利用の詳細を下表に示す。全面積に対する各郡の農業用地の割合を括弧内に示す。

表 7.3.10 2014 年における関連郡の土地利用状況 (単位: ha)

郡	面積	特定用地	居住地域	養殖地	林地	農地
Ba Dinh	925.0	514.0	322.3	-	-	3.0 (0.3%)
Cau Giay	1,203.0	675.5	413.5	-	-	12.6 (1.0%)
Dong Da	995.8	505.4	441.9	-	-	2.1 (0.2%)
Thanh Xuan	908.3	483.8	327.4	-	-	15.4 (1.7%)
Tu Liem	7,562.8	2,583.5	1,533.3	-	-	2,514.7 (33.2%)
Hoai Duc	8,246.8	1,787.0	1,929.5	115	-	4,102.8 (49.8%)
Quoc Oai	14,790.8	3,398.2	1,600.6	773	1,532.0	6,987.1 (47.2%)
Thach That	18,459.0	6,230.7	1,560.6	475	2,753.9	6,260.7 (33.9%)
Total of 9 districts	53,091.5	16,178.1	8,129.1	1,363	4,285.9	19,898.4 (37.5%)

出典: 2014 年ハノイ統計年鑑

7.3.18 景観

ハノイ地区は Red 川の沖積土の堆積物から成り立ち、Day、Nhue と Tich 川の支流を有する。その堆積物は West lake、Hoan Kiem、Thien Quang、Dong Da、Ngoc Khanh や Thu Le 等の湖や湿地を形成しており、独特の水上景観を構成している。加えて、ハノイ市は、Nhue、To Lich、Lu、Set や Kim Nguu 等の多くの川や支流に囲まれている。

提案された BRT ルートに沿いに位置するハノイ市都市部は環状道路 3 号線と Tran Duy Hung-Nguyen Chi Thanh-Lieu Giai-Van Cao 道路を含み、急速に都市化してきた。本地域には、Keangnam Land mark 72 (高さ 350 m) や Lotte Center Hanoi (高さ 267 m) などの高層ビルや大型施設が集中しているのが特徴的である。Nguyen Chanh-Hoang Minh Giam-Tran Duy Hung インターチェンジ、Tran Duy Hung-Nguyen Chi Thanh-Lang インターチェンジや Lieu Giai-Kim Ma インターチェンジには高架跨道橋 (フライオーバー) が建設されている。特に、環状道路 3 号線や Tran Duy Hung-Nguyen Chi Thanh-Lieu Giai-Van Cao 道路にも 2 箇所でフライオーバーが建設されており、下図に示すとおりヤシや花木、草地を含む緑地が道路の中央分離帯に造成されている。環状道路 3 号線の高架橋梁下に草本や灌木類が植栽されている。



図 7.3.5 Landscape Van Cao 通りおよび中央分離帯の景観

出典: JICA 調査団

Hoai Duc、Quoc Oai および Thach That 郡の郊外地域における景観は、水田や田園村落が特徴的である。しかしながら、Nam Tu Liem および Hoai Duc 郡のタンロン高速道路沿いの地区は新規都市居住地の造成により急速に都市化している。下図に示すとおり、タンロン高速道路沿いにはタンロン高速道路とサービス道路の間に緩衝帯があり、木本、灌木草本類に覆われた緑地がある。



図 7.3.6 タンロン高速道路とサービス道間の緩衝帯の景観

出典: JICA 調査団

7.4 環境社会配慮の法的小よび組織的枠組み

7.4.1 環境法制度

7.4.1.1 環境関連法規

2014年6月23日に承認された Law on environmental protection (law 55/2014/QH13)は環境保護活動、環境保に係る政策、施策や財源、および政府機関やその他組織、世帯および個人が環境保護に関する上での権利と義務を規定している。下記に示す Law on environmental protection や関連政令、省令やその他法律文書が立法化され、環境保護関連事項を規定している。

1. Law No. 55/2014/QH13 dated June 23, 2014 on environmental protection
2. Decree No. 19/2015/ND-CP dated February 14, 2015 of Government on detailing the implementation of articles of Law on environmental protection.
3. Decree No. 18/2015/ND-CP dated February 14, 2015 of the Government on Environmental Protection Planning, Strategic Environmental Assessment (SEA), Environmental Impact Assessment (EIA) and Environmental Protection Plans (EPP).
4. Circular No. 27/2015/TT-BTNMT dated May 29, 2015 of MONRE on Strategic Environmental Assessment (SEA), Environmental Impact Assessment (EIA) and Environmental Protection Plans (EPP).

EIA は上記の法律、政令や省令に沿って実施される。ベトナム国の法規で定められた EIA 手続きの概要を下表に示す。

表 7.4.1 ベトナム国の法規に沿った EIA 手続きの概要

項目	内容	関連法規
EIA の対象プロジェクト	プロジェクトは下記の要求条件を満たすものとする。: (20. プロジェクトは I~III 級の道路や 50km 以上の山間地の IV 級道路等の高速道路の建設を含む。 22. 長さ 500m 以上の橋梁建設 24. 面積 5ha 以上のバスターミナルの建設 50. 年に 500 台以上を扱うことが可能な車輛の保守・修繕工場の建設 109. 世帯数 300 以上の住民移転)	Law on environmental protection の 18 条 18/2015/ND-CP の 12 条および Appendix II
実施タイミング	プロジェクトの準備段階	Law on environmental protection の 19 条
	投資登録認証や建設許可は EIA 報告書承認後にのみ発給される。	Law on environmental protection の 25 条
内容	1. プロジェクト諸元、プロジェクト発注者、プロジェクトに対する主管官庁の許認可および EIA の手順 2. 技術的な選択肢および環境に負の影響を与える作業事項やプロジェクト活動に対する評価 3. プロジェクト対象地域やその近隣地域の自然および社会経済環境の現状評価と、選択されたプロジェクト対象地の適性についての証明 4. 廃棄物発生源に係る評価と将来的予測、およびプロジェクトが環境と公衆衛生に与える影響	Law on environmental protection の 22 条 Decree No. 18/2015/ND-CP の 12 条 Circular 27/2015/TT-BTNMT の 6 条および Appendix 2.3

項目	内容	関連法規
	5. プロジェクトの環境と公衆衛生に対するリスク管理の手法の評価、予測と決定。 6. 廃棄物管理と処分方法 7. プロジェクトが環境と公衆衛生に与える影響を最小化するための手法 8. コンサルテーションの結果 9. 環境管理およびモニタリングプログラム 10. 環境保護関連施設の建設と環境緩和手法に係る予算の見積もり 11. 環境保護手法実施に係る組織形成	
パブリックコンサルテーション	<ul style="list-style-type: none"> ● コミュニケーションレベルの人民委員会（コミュニケーション、町と区）や、プロジェクト対象地にて影響力の強い組織に EIA 報告書を送り、15 就業日以内にフィードバック文書を返送することを通じた、パブリックコンサルテーションを行う ● コミュニケーションレベルで先祖代々の土地を所有する名士、社会政治的組織、社会職能的組織、人民グループや村落住民の代表の参加のもと、コンサルテーションミーティングを開き、プロジェクト活動から直接的に影響を受ける地域住民とのパブリックコンサルテーションを行う。 	Law on environmental protection 21 条 Decree 18/12015/ND-CP 12 条 Circular 27/2015/TT-BTNMT 7 条
レビュー委員会と承認機関	<ul style="list-style-type: none"> ● EIA レポートはレビュー委員会によって、または緊急な場合のみ関連組織からの意見を収集して精査される。 ● 承認機関は以下の 3 カテゴリーのプロジェクトタイプにより異なる。 <ol style="list-style-type: none"> 1. MONRE: 国会、政府、首相決定のプロジェクトおよび大規模な重要プロジェクトに対する承認 (Appendix III of Decree 18/2015/ND-CP) 2. 省庁: 組織自体が決定したプロジェクトに対する承認 3. PPC: 管轄地域のプロジェクトに対する承認。 	Law on environmental protection の 23-24 条; Decree 18/12015/ND-CP の 14 条
レビュー期限	<ul style="list-style-type: none"> ● 第 1 回目のレビュー: MONRE の承認が必要なプロジェクトは 45 就業日で、他のプロジェクトは 30 就業日 ● 第 2 回目のレビュー: EIA 報告書受領から 20 就業日以内で、承認の可否を決める。 	Law on environmental protection 25 条) Decree 18/12015/ND-CP の 14 条
情報公開	環境管理計画は、コミュニケーションレベルの人民委員会本部（パブリックコンサルテーションの開催場所）で、掲示板にて公開される。	Decree 18/12015/ND-CP の 16 条
MONRE (Ministry of Natural Resources and Environment) : 天然資源環境省、 PPC (Provincial People's Committee) : 県人民委員会		

出典: JICA 調査団

7.4.1.2 ベトナム国法律と JICA 環境社会配慮ガイドラインの比較

上述の通り、EIA 報告書に記載すべき内容は Law on Environmental Protection の 22 条に細述されている。これらは JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年）の要求事項と大半が合致しているが、ベトナム国法規は精度の高い代替案比較を必要とせず、社会影響評価をさほど重視しない。JICA ガイドラインを満たすために、本プロジェクトのさらなる EIA 調査は、ゼロオプションを含む代替案評価や、JICA ガイドラインの基づく指標に沿って、その社会的影響の観点でのプロジェクト活動の評価を含む。

7.4.1.3 環境に関する国家技術基準

下表に示す大気や水、土壌、騒音、振動や有害廃棄物などの様々な環境要素の品質を管理するために、MONRE により数々の国家技術基準が公布されている。

表 7.4.2 ベトナム国における環境に係る国家技術基準

規定	内容
QCVN 05:2013/BTNMT	National technical regulation on ambient air quality
QCVN 06:2009/BTNMT	National technical regulation on hazardous substances in ambient air
QCVN 08-MT:2015/BTNMT	National technical regulation on surface water quality
QCVN 09-MT:2015/BTNMT	National technical regulation on ground water quality
QCVN 14:2008/BTNMT	National technical regulation on domestic wastewater
QCVN 40:2011/BTNMT	National technical regulation on industrial wastewater
QCVN 03-MT:2015/BTNMT	National technical regulation on the allowable limits of heavy metals in the soils
QCVN 15:2008/BTNMT	National technical regulation on the pesticide residues in the soils
QCVN 07:2009/BTNMT	National technical regulation on hazardous substances thresholds
QCVN 50:2013/BTNMT	National technical regulation on hazardous thresholds for sludge from water treatment process
QCVN 26:2010/BTNMT	National technical regulation on noise
QCVN 27:2010/BTNMT	National technical regulation on vibration

出典：JICA 調査団

7.4.2 土地収用と移転に係る法制度

7.4.2.1 土地関連法規

土地所有権、用地取得、補償や住民移転に係るベトナム国の法規には、憲法、法律、政令、省令、ハノイ PPC 首相決定等の様々な文書が含まれる。土地関連法の文書リストを以下に示す。

1. Constitution of Vietnam 2013
2. Law No. 45/2013/QH13 dated November 29, 2013: Land Law
3. Decree No. 43/2014/ND-CP dated May 15, 2014 of the Government on detailing a number of Articles of the Land Law
4. Decree No. 44/2014/ND-CP dated May 15, 2014 of the Government on providing methods to determine land price, to adjust land price brackets, land price board, and to value specific land price and land price consultancy activities.
5. Decree No. 47/2014/ND-CP dated May 15, 2014 of Government on compensation, support and resettlement upon land recovery by the State

6. Decree No. 102/2014/ND-CP dated November 10, 2014 of the Government prescribing administrative violations on land sector
7. Decree No. 16/2016/ND-CP dated March 16, 2016 on management and use of official development assistance and concessional loans provided by foreign donors
8. Circular No. 36/2014/TT-BTNMT dated June 30, 2014 of MONRE on regulating method of valuation of land, preparation and adjustment of land price, specific land valuation and land valuation advisory
9. Circular No. 37/2014/TT-BTNMT dated June 30, 2014 of MONRE on regulating compensation, assistance and resettlement when the State acquires land.
10. Decision No. 21/2014/QD-UBND dated June 20, 2014 of Hanoi PPC on land acquisition, allocation, lease, and change the purpose of land use for implementation of investment project in Hanoi
11. Decision No. 23/2014/QD-UBND dated June 20, 2014 of Hanoi PPC on compensation, support, resettlement when the state acquires land in Hanoi
12. Decision No. 96/2014/QD-UBND dated December 29, 2014 of Hanoi PPC on land price in Hanoi city for application from January 01, 2015 to December 31, 2019.

7.4.2.2 非自発的住民移転に係る JICA の方針

付属資料 1 の JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年）に示す通り、非自発的住民移転に係る JICA の方針は以下の通りである。

1. 実行可能な全ての代替案の検討を通じて、可能な場合は非自発的住民移転や生計手段の損失は避けるべきである。そのような検討の後に回避が困難な場合は、影響を最小限に抑え、損失を補償するための効果的な手段について、影響を受ける住民と合意しなければならない。
2. 非自発的移転の対象となり生計手段に支障や損失が起こる人々に対して、適切な時期にプロジェクトによる十分な補償や支援が行わなければならない。移転にかかる全費用は、可能な限り事前に補償が行われなければならない。事業実施国はプロジェクトにより影響を受ける人々がプロジェクト実施前のレベルまで生計を回復できるように、彼らが生活の基準や収入機会、生産レベルの向上を図れるよう努力しなければならない。それらを達成するための手段としては、土地不動産を含む損失に対する用地や金銭的補償の提供、代替案となる持続的生計向上活動への支援、移転や移転地でのコミュニティ形成のための必要経費の提供等がありうる。
3. 移転実施計画の立案、実施とモニタリングや住民の生計損失を防ぐ手段において、影響を受ける住民や地域社会からの適切な参加が促進されなければならない。加えて、影響を受ける人々とその地域社会に対して適切で解りやすい陳情システムが確立されなければならない。
4. 大規模な非自発的住民移転が見込まれるプロジェクトに対しては、移転実施計画を策定して一般市民へ公開しなければならない。移転実施計画策定においては、事前に十分な情報を得た上で、影響を受ける人々や地域社会と協議を行わなければならない。協議の実施時には、影響を受ける人々が理解できる形式や方法、言語で説明を行わなければならない。移転実施計画は世界銀行のセーフガードポリシー、OP 4.12、別添 A の記載事項を含むことが望ましい。

7.4.2.3 ベトナム国の法律と JICA ガイドラインの比較

土地収用や補償、支援や非自発的移転政策に係る近年のベトナム国法規の大半は JICA の方針と一致する。しかしながら、補償や住民移転支援、影響を受ける人々の移転および生計回復支援に関して、ベトナム国政府の法規と JICA ガイドラインには下表に示す幾つかの相違点がある。

表 7.4.3 ベトナムと JICA の土地収用および住民移転方針に係る主な相違点

主要課題	ベトナム国法規	JICA ガイドライン	提案されたプロジェクト方針
用地補償	<ul style="list-style-type: none"> 補償は法的土地利用権を持つ人々に対してのみ行われる (Article 75 & 82, Land Law 2013) PPC は各々の場合により、法的土地利用権を持たない人々への支援を考慮する (Article 25, Decree 47/2014/ND-CP) 	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける全ての人々は、その土地の法的地位に関らず用地取得に係る補償を受ける 	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける全ての人々は、法的地位に関らず補償を受ける
住居等建築物に対する補償	<ul style="list-style-type: none"> 土地法に違反した用地に建てられた、もしくは違法に建築された住居等の建築物は補償対象にならない (Article 92, Land Law 2013) PPC は各ケースに対応して支援を考慮する (Article 14, Decision 23/2014/QĐ-UBND of Hanoi city) 	<ul style="list-style-type: none"> 影響を受ける全ての建築物は、法的地位に関らずその移転費用に応じた補償を受ける 	<ul style="list-style-type: none"> 全ての影響を受ける建築物はその移転費用に応じた補償を受ける
補償額	<ul style="list-style-type: none"> 補償額は、用地や建築物の公的価格に応じて決められる 	<ul style="list-style-type: none"> 公的価格が完全に移転するのに十分ではない可能性があるため、完全移転の費用は十分に支払う 	<ul style="list-style-type: none"> 完全移転に係る費用は、可能な限り市場価格に近い額を支払う
収入や生計手段の損失への補償	<ul style="list-style-type: none"> 商業認証に登録された世帯のみ支援する 	<ul style="list-style-type: none"> 全ての収入の喪失は補償される 	<ul style="list-style-type: none"> 全ての収入の喪失は補償される
生計回復支援	<ul style="list-style-type: none"> 生計回復への支援を行う。しかしながら、移転完了後には生計回復を確保するためのモニタリングは行わない。 	<ul style="list-style-type: none"> 少なくとも、プロジェクト開始前の生計状態への回復を支援する 	<ul style="list-style-type: none"> 少なくとも、プロジェクト開始前の生計状態への回復を支援する

出典：JICA 調査団

相違点がある場合は、プロジェクトは政府開発援助 (ODA) と優遇借款の実施管理に係る政令 16/2016/ND-CP (51 条) と合致した、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づいて実施される。加えて、2013 年に制定された土地法の 87 条 2 条項では、ベトナム政府が補償、支援や住民移転政策の枠組みに合意した国際機関からの借款案件は、その政策枠組みに沿って実施されると規定されている。非自発的住民移転は本プロジェクトでは見込まれない。しかしながら、将来プロジェクト計画の変更によって必要となる場合もあり、プロジェクト提案者はベトナム国の法規と JICA の方針の相違に注意を払い、JICA 環境社会配慮ガイドラインを遵守したプロジェクトの実施を保証する。

7.4.3 環境社会配慮に係る組織の役割

環境および住民移転手続きに係るベトナム国政府の役割を下表にまとめる。

表 7.4.4 環境、土地収用と住民移転手続きに係る組織の役割

組織	環境保護に係る役割	土地収用および住民移転手続きに係る役割
天然資源環境省 (MONRE)	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な重要プロジェクトに係るEIAに対する評価と承認 EIA 手続きに係る責任機関 国家モニタリングネットワークからの環境モニタリングデータ 	<ul style="list-style-type: none"> 補償、支援及び住民移転に係る規定の策定と実施支援
交通省 (MOT)	<ul style="list-style-type: none"> MOT による予算適用が認可されたプロジェクトに係る EIA 評価及び承認 	
ハノイ人民委員会	<ul style="list-style-type: none"> ハノイ市における EIA の評価及び承認 	<ul style="list-style-type: none"> ハノイ市における補償、支援及び住民移転に係る規定の策定と実施支援 土地価格の査定
ハノイ天然資源環境局(ハノイ DONRE)	<ul style="list-style-type: none"> ハノイ人民委員会の承認対象となる EIA レポートの評価 郡 2 つ以上を対象とするプロジェクトに係る環境保護計画 (EPP) の確認 環境モニタリングデータの提供 違反行為に対する現地での立ち入り検査 	<ul style="list-style-type: none"> 用地取得、補償、支援及び住民移転に係る実施支援と検査
郡人民委員会	<ul style="list-style-type: none"> 郡部でのプロジェクトに係る EPP の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 用地取得と住民移転計画に係る評価と承認
郡の天然資源環境部局	<ul style="list-style-type: none"> EPP の実施支援と検査 	<ul style="list-style-type: none"> 用地取得と住民移転計画に係る評価への参加 用地補償、支援及び住民移転に係る協議会への参加
コミュニケーション人民委員会	<ul style="list-style-type: none"> EIA 報告書に係る協議における見解の提供 パブリックコンサルテーション会議の開催 EIA 承認後の環境管理計画に係る公示場所 郡人民委員会に承認された、コミュニケーション地域内のプロジェクトに係る EPP の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 補償、支援及び住民移転に係るワーキンググループへの参加

出典：JICA 調査団

7.5 代替案との比較

7.5.1 代替案比較の基本概念

代替案検討の目的は環境社会配慮面に配慮して、最適案を選択することである。BRT 事業の路線代替案は 6 種類の代替案が提案されている。6 つの代替案とゼロオプションの概要を以下の表に示す。(代替案の図は図 7.1.2 を参照)

表 7.5.1 代替案の概要

No.	代替案	郊外区間 (環状道路 3 号線の外側, ホアラック-NCC)		市街地区間 (環状道路 3 号線の内側)	
		道路	BRT 停留所及び 交差歩道	道路	BRT 停留所及び 交差歩道
0	ゼロオプション	計画なし		計画なし	
1	オプション-1	ルート: タンロン高速道路 車線: 高速道路とサービス道路間の緩衝帯に BRT 専用車線を建設	緩衝帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋	ルート: Tran Duy Hung から Van Cao まで 車線: 中央分離帯に BRT 専用車線を建設	中央分離帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋
2	オプション-2	ルート: タンロン高速道路 車線: BRT 専用車線の建設なし。2030 年に専用車線	緩衝帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋	ルート: Tran Duy Hung から Van Cao まで; 車線: 中央分離帯に BRT 専用車線を建設	中央分離帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋
3	オプション-3	ルート: タンロン高速道路 車線: BRT 専用車線の建設なし。将来の専用車線は需要による	緩衝帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋	整備計画なし	整備計画なし
4	オプション-4	ルート: タンロン高速道路 車線: BRT 専用車線の建設なし。将来の専用車線は需要による	緩衝帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋	ルート: NCC から Khat Duy Tien-Le Van Luong インターチェンジまでの環状道路 3 号線 車線: 中央分離帯に BRT 専用車線を建設	中央分離帯内 BRT 停留所 乗客用地下歩道又は平面横断歩道
5	オプション-5	ルート: タンロン高速道路 車線: 高速道路とサービス道路間の緩衝帯に BRT 専用車線を建設	緩衝帯内 BRT 停留所 乗客用歩道橋	ルート: NCC から Khat Duy Tien-Nguyen Trai インターチェンジまでと、NCC から Mai Dich インターチェンジまでの環状道路 3 号線 車線: 中央分離帯に BRT 専用車線を建設	中央分離帯内 BRT 停留所 乗客用地下歩道又は平面横断歩道
6	オプション-6	ルート: タンロン高速道路 車線: BRT 専用車線の建設なし。将来の専用車線は需要による	緩衝帯内 BRT 停留所; 乗客用歩道橋	ルート: Tran Duy Hung から Van Cao まで、NCC から Khat Duy Tien-Nguyen Trai インターチェンジまでと、NCC から Mai Dich インターチェンジまでの環状道路 3 号線 車線: 中央分離帯に BRT 専用車線を建設	中央分離帯内 BRT 停留所 Tran Duy Hung から Van Cao 沿道は乗客用歩道橋 環状道路 3 号線沿道は乗客用地下歩道又は平面横断歩道;

郊外区間で提案されたルート（環状道路 3 号線の外側）はタンロン高速道路である。郊外区間での異なるオプションとしては、BRT 専用車線を高速道路とサービス道路との間の緩衝帯に建設するかどうかの検討が行われた。市街地区間でのオプションとしては（環状道路 3 号線の内側）、プロジェクトを実施しないというものから複数のルートの検討と多岐にわたるものとなった。市街地区間での代替案としては、(1) Tran Duy Hung から Van Cao、(2) 環状道路 3 号線に沿う National Convention Center (NCC) から Khuat Duy Tien-Le Van Luong インターチェンジ、(3) 環状道路 3 号線に沿う 2 本の支線（NCC から Khuat Duy Tien-Nguyen Trai インターチェンジ及び from NCC から Mai Dich インターチェンジ）、(4) 市街地区間での全ての案の複合案： Tran Duy Hung から Van Cao、環状道路 3 号線に沿う NCC から Khuat Duy Tien-Nguyen Trai インターチェンジと Mai Dich インターチェンジまでの支線の建設の 4 つのオプションがあげられた。市街地区間での BRT ルートは、道路の中央分離帯内において専用車線として建設される計画である。

7.5.2 代替案比較

環境・社会的側面、比較および各代替案の評価として、各代替案において提案されたルートでのルート構成、バス停、横断歩道等を考慮した概要を下表に示す。なお、全ての代替案は中央分離帯や中央帯へのバス停の建設、全てのバス停に乗客を運ぶための歩道橋、地下道、平面交差点及びデポ施設エリアを含むものとする。よって、代替案比較は BRT ルートと専用車線の建設に焦点を当てて行う。

表 7.5.2 環境社会配に焦点を当てた代替案の比較検討

代替案	建設時		運用時	
	自然環境	社会環境	自然環境	社会環境
ゼロオプション	<ul style="list-style-type: none"> 建設による影響なし 		<ul style="list-style-type: none"> 交通渋滞が特に市街地区間で増加し、その結果排気ガスの排出量が増える 	<ul style="list-style-type: none"> 経済成長が抑制
オプション-1	<ul style="list-style-type: none"> 車線建設による負の影響がタンロン高速道路及び Tran Duy Hung から Van Cao 間で増加 	<ul style="list-style-type: none"> 交通事故の増加、社会環境への負の影響、タンロン高速道路及び Tran Duy Hung から Van Cao 間沿道の病気の伝染 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路及び Tran Duy Hung から Van Cao 間で交通円滑化 排気ガスの排出削減 	<ul style="list-style-type: none"> 経済と社会サービスの押し上げ 専用レーンによる交通事故減少 既設道路交通への影響なし。
オプション-2	<ul style="list-style-type: none"> Tran Duy Hung から Van Cao 間で車線建設による負の影響が増加 	<ul style="list-style-type: none"> Tran Duy Hung から Van Cao 間で交通事故が増加 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路及び Tran Duy Hung から Van Cao 間で交通円滑化 排気ガスの排出削減 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路の現況交通へ何らかの影響あり タンロン高速道路に専用車線が無いため交通事故確率の上昇
オプション-3	<ul style="list-style-type: none"> 新車線建設による影響なし 		<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路で交通円滑化 市街地区間で交通渋滞が増加、その結果排気ガスの排出が増える 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路の現況交通へ何らかの影響あり タンロン高速道路では高速で移動するが、市街地区間での移動は遅い
オプション-4	<ul style="list-style-type: none"> 環状道路 3 号線沿線の NCC から Khuat Duy Tien - Le Van Luong インターチェンジ間の車線建設の影響 	<ul style="list-style-type: none"> 環状道路 3 号線沿線の NCC から Khuat Duy Tien - Le Van Luong インターチェンジ間の交通事故の増加 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路および環状道路 3 号線沿線の NCC から Khuat Duy Tien - Le Van Luong インターチェンジ間で交通円滑化 排気ガスの排出削減 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路の現況交通へ何らかの影響あり タンロン高速道路に専用車線が無いため交通事故確率の上昇 乗客はハノイ中央部に向かうために世銀 BRT 線と乗り換える必要あり

代替案	建設時		運用時	
	自然環境	社会環境	自然環境	社会環境
オプション-5	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路、環状道路 3 号線沿線の NCC から Khuat Duy Tien - Le Van Luong インターチェンジ間および Mai Dich インターチェンジ間の車線建設の影響 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路、環状道路 3 号線沿線の NCC から Khuat Duy Tien - Le Van Luong インターチェンジ間および Mai Dich インターチェンジ間の交通事故の増加 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路、環状道路 3 号線沿線の NCC から Khuat Duy Tien - Nguyen Trai インターチェンジ間および Mai Dich インターチェンジ間で交通円滑化 排気ガスの排出削減 	<ul style="list-style-type: none"> 経済と社会サービスの押し上げ 専用レーンによる交通事故減少 既設道路交通への影響なし。
オプション-6	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路と市街地区間ルート、Tran Duy Hung から Van Cao、環状道路 3 号線の NCC から Khuat Duy Tien - Nguyen Trai、および Mai Dich インターチェンジ間の車線建設の影響 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路と Tran Duy Hung から Van Cao、環状道路 3 号線の NCC から Khuat Duy Tien - Nguyen Trai、および Mai Dich インターチェンジ間の交通事故の増加 	<ul style="list-style-type: none"> タンロン高速道路と Tran Duy Hung から Van Cao、環状道路 3 号線の NCC から Khuat Duy Tien - Nguyen Trai、および Mai Dich インターチェンジ間で交通円滑化 排気ガスの排出削減 	<ul style="list-style-type: none"> 経済と社会サービスの押し上げ 専用レーンによる交通事故減少 既設道路交通への影響なし。

出典：JICA 調査団

比較はほとんど都市部におけるタンロン 高速道路と一般道の違いに基づいて実施された。タンロン高速道路は現在 3 車線あり、この道路は現時点で高速走行車両用に確保されている。高速道路上に専用車線が設定されない場合、バスは高速走行が可能となり、現状の他の車両の走行に与える影響は小さくなると想定される。対象的に都市部の道路では車両が遅いスピードで走行している状況が確認されている。現状では、交通渋滞は Tran Duy Hung から Van Cao や環状道路 3 号線などでかなり頻繁に発生している。都市部の道路への専用道路の建設は、バスのサービスを大幅に向上させ、現状の道路交通にはほとんど影響を与えないと想定された。

7.5.3 代替案評価

代替案の比較に基づいて、建設と運用の両段階における環境社会配慮を参照して総合評価を行った。代替案の全体的な評価を下表に示す。代替案の評価は、poor (1 point)、medium (2 points)、fair (3 points)、good (4 points) および excellent (5 points) の 5 段階評価で行った。

表 7.5.3 環境社会配慮を考慮した総合評価及び代替案の選定

代替案	総合評価	等級	選定
ゼロオプション	建設による影響はないが、経済成長が抑制され交通渋滞が増加する	Poor (1 point)	
オプション-1	建設中の影響は高くなり、供用時のプラスの影響は高くなる (オプション-2 より)	Fair (3 points)	
オプション-2	建設中の影響は低く、供用時のプラスの影響のほとんどは達成できる	Good (4 points)	適正案 (乗客移送のための歩道橋使用あり)
オプション-3	建設中の影響はないが、市街地区間で交通渋滞が依然として発生	Medium (2 points)	
オプション-4	建設中の影響は低く、供用時のプラスの影響のほとんどは達成できる	Good (4 points)	(地下歩道建設のため)オプション-2 よりも劣る準適正案

代替案	総合評価	等級	選定
オプション-5	建設中の影響は高くなり、供用時のプラスの影響は高くなる(オプション-4より)	Fair (3 points)	
オプション-6	建設中の影響は高くなり(オプション-2、オプション-4より)、供用時のプラスの影響は高くなる(オプション-2、オプション-4より)	Good (4 points)	適正案

出典：JICA 調査団

この評価表では、オプション 2、オプション 4 およびオプション 6 が適切な選択肢であることが示されている。この 3 つのオプションは、郊外区間は同じ計画だが、市街地区間は異なるルートの計画である。郊外区間（タンロン高速道路）については、将来的な交通量の増加による需要から、緩衝帯への専用車線の建設が考えられる。オプション 2、オプション 4 との間で比較すると、オプション 2 が横断歩道の建設と運用面から、この段階ではより好ましい案であることが示された。オプション 2 の歩行者橋の建設と運用は環境への影響が小さいだけでなく、オプション 4 に含まれる地下横断歩道の建設と運用よりも設備投資が低価格となる。オプション 6 は都市区間ではオプション 2 とオプション 5 の組み合わせであり、ハノイ市内の交通システムに高い利益をもたらす。より詳細な検討は、他の公共交通機関の路線との接続や交通渋滞への影響等を考慮して、将来的に実施される予定である。

7.6 スコーピングと環境社会配慮の TOR

7.6.1 環境社会配慮のスコーピング

重要な環境や社会への影響を評価するために、プロジェクトによって想定される環境や社会へのネガティブな影響について、周辺地域でのプロジェクト概要と周辺の環境的・社会的条件に基づいて予備的に確認した。汚染、自然環境、社会環境、およびその他の問題の影響は、以下の基準で分類された。

- A+/-: 重大なポジティブ/ネガティブな影響が予想される。
- B+/-: ある程度のポジティブ/ネガティブな影響が予想される。
- C: 現段階では影響が想定できない(将来的に追加評価が必要であり、調査進捗に合わせて影響が分類可能となる)。
- D: 影響が想定されない

環境・社会への影響評価は下記に示すスコーピングマトリックスに関連して行われ、影響は A から D の 4 段階で明記された。本プロジェクトは 1) 建設段階と 2) 運用段階の 2 つのステージに分けられる。汚染、自然環境、社会環境、事故、気候変動の越境的な影響についてこの 2 つのステージで予備的な評価を行った結果を表 7.6.1 に示す。

表 7.6.1 環境社会影響評価のスコーピング結果

カテゴリー	No.	影響項目	評価		評価根拠
			建設前・建設中 (BC/UC)	運用段階 (OS)	
汚染	1	大気汚染	B-	B+	BC/UC: 建設段階では、建設機械や車両からの排ガス発生と建設作業中の粉じんの発生が見込まれる。 OS: 交通渋滞の緩和と民間車両数の減少によって、車両からの排ガスによる大気汚染の低減が見込まれる。

カテゴリー	No.	影響項目	評価		評価根拠
			建設前・建設中 (BC/UC)	運用段階 (OS)	
	2	水質汚染	B-	B-	BC/UC: 建設現場の裸地から周辺地への濁水流出や、建設用の宿舎からの排水が生じる可能性がある。 OS: デポ施設から溢れた雨水により水質汚染が起こる可能性がある。
	3	廃棄物	B-	B-	BC/UC: 用地の掘削や建設資材から生じる固形廃棄物が増加する可能性がある。 OS: BRT停留所やデポ施設にて廃棄物が生じる可能性がある。
	4	土壌汚染	C	C	BC/UC: デポ施設の計画地は現在農地であり、農業活動により汚染される可能性がある。建設段階での用地の掘削により汚染土壌が飛散する可能性がある。 OS: デポ施設内で生じた廃棄物や排水が十分に管理されていない場合は、土壌汚染が生じる可能性がある。
	5	騒音および振動	B-	B-	BC/UC: 建設段階において、建設機械および車両による騒音や振動が一時的に増える可能性がある。 OS: バス車両による騒音および振動が発生する。
	6	地盤沈下	D	D	大規模な掘削や地下水の汲み上げは発生しないため、地盤沈下は見込まれない。
	7	悪臭	D	D	建設作業および運用時の活動からの悪臭は見込まれない。
	8	底質	D	D	建設および運用段階で、河川の底質に影響する活動は見込まれない。
	自然環境	9	保護地区	D	D
10		生態系	C	C	BRT 経路は既存の道路沿いに敷設され、デポ施設は生物多様性の低い農地に建設する。したがって、プロジェクト活動が動植物や生態系に対する顕著な影響は見込まれないが、建設前に詳細調査を行ない、可能な限り樹木の保全を行う。
11		水系	D	D	BC/UC: 本プロジェクトは表流水および地下水系に対していかなる変化も与えないと想定される。 OS: 水系に係る影響を及ぼす活動は見込まれない。
12		地形および地質	D	D	プロジェクト実施において大規模な掘削は想定されないことから、地形および地質への影響は見込まれない。
社会環境	13	非自発的移転と用地取得	B-	D	BC/UC: 道路やBRT停留所は既存の中央分離帯に建設予定であるため、非自発的移転は本プロジェクトに含まれない。計画中のデポ施設の建設に対して、農地に係る用地取得が予想される。 OS: 本プロジェクトの運営段階では住民移転や用地取得は必要とされない。
	14	貧困層	C	C	BC/UC: 本プロジェクト対象地域や近隣部には貧困層は確認されていないが、用地取得を含むデポ施設地域に対しては詳細調査が必要である。 OS: BRTは貧困層が容易でスムーズに長距離移動を行うことを促進する。
	15	少数民族および土着民族	C	C	プロジェクト地域およびその周辺には、現段階では少数民族や土着の民族の居住は確認されていない。用地取得を伴うデポ施設予定地に対しての詳細調査が必要である。
	16	地域経済（雇用及び生計等）	B-	C	BC/UC: 建設作業によって雇用機会は増えるものの、農地のデポ施設用地への転用は地域経済に対して負の影響を及ぼす。 OS: バスの運用は雇用を産み出し、スムーズな交通網と渋滞の緩和によって間接的に地域経済の成長を促進する。

カテゴリー	No.	影響項目	評価		評価根拠
			建設前・建設中 (BC/UC)	運用段階 (OS)	
	17	土地利用と地域資源利用	D	D	本プロジェクトは大半が中央分離帯と農地に建設予定のデポ施設として計画されており、左記影響項目に係る顕著な影響は認められない。
	18	水利用	D	C	BC/UC: 本プロジェクトは大半が中央分離帯に計画されており水利用に係る影響は見込まれない。 OS: デポ施設に大量の水が必要か確認する必要がある。
	19	既存の社会インフラと社会サービス	B-	B+	BC/UC: 建設サイト周辺の社会サービスは、建設作業の実施や建設用車両の往来によって影響を受ける可能性がある。 OS: 新規道路を BRT 用にグレードアップすることで、社会インフラへの正のインパクトが見込まれる。
	20	社会的団体 (社会資本および地域意思決定機関)	D	D	本プロジェクトの実施中に、社会的団体に対する影響は見受けられない。本プロジェクトはベトナム国政府とハノイ市間での適切な協議により決定されている。
	21	損害と利益に係る不公平な分配	C	C	BRT 経路と BRT 停留所の建設と運用が、地域住民に対して利益と損害の不公平な分配を引き起こすことが見込まれる。しかし、用地取得を伴うデポ施設の計画地に対しては、詳細調査が実施される。
	22	地域における利害対立	C	C	本プロジェクトは中央分離帯に計画されており、BRT 経路と BRT 停留所の建設と運用における利害対立は見込まれない。しかし、用地取得をともなうデポ施設予定地に対して、詳細調査を行う。
	23	文化遺産	D	D	本プロジェクト対象地域には文化遺産はない。
	24	景観	B-	C	BC/UC: 建設作業の実施により一時的な景観への影響が見込まれる。 OS: 中央分離帯での BRT 停留所や歩道橋による景観への影響が見込まれ、配慮が求められる。
	25	ジェンダー	C	C	現時点で明らかではないが、本プロジェクトの実施中にジェンダー差別が起こらないように配慮が求められる。
	26	子どもの権利	C	C	現時点で明らかではないが、建設および運用段階において児童労働が発生しないよう配慮が求められる。
	27	感染症 (HIV/AIDS 等)	B-	B-	BC/UC: 建設段階での作業員の流入によって、感染症 (HIV/AIDS) に対するリスクは増加すると見込まれる。 OS: スムーズな交通状況の結果として、Hoa Lac とハノイ市間の労働者の流入により、感染症 (HIV/AIDS) に対するリスクは高まると見込まれる。
	28	作業環境 (職業上の安全性を含め)	B-	B-	職業上の健康と安全性を確実にするための適切な手段を講じない場合は、作業員に対しては建設段階、運転手に対しては運用段階に健康と安全性において負の影響が生じる可能性がある。
	29	公衆衛生	B-	B-	環境影響 (粉じんや排気ガス等) に対する適切な保全措置を講じない場合は、建設及び運用段階にて公衆衛生における負の影響が生じる可能性がある。
その他	30	事故	B-	C	BC/UC: 建設車両の往来によって事故が増加する可能性がある。 OS: プロジェクトの運用段階において、オートバイなどの民間車両の減少により事故件数が減ると見込まれる。
	31	気候変動等の越境的影響	C	C	BC/UC: 本建設による建設機械や車両の運用により、生じる排出ガスが地球温暖化につながる可能性がある。 OS: 交通渋滞や民間車両数の減少は地球温暖化の防止に寄与する。

A+/-: 重大なポジティブ/ネガティブな影響が予想される。

- B+/-: ある程度のポジティブ/ネガティブな影響が予想される。
C: 現段階では影響が想定できない(将来的に追加評価が必要であり、調査進捗に合わせて影響が分類可能となる。)
D: 影響が想定されない

出典：JICA 調査団

7.6.2 EIA 作成のための TOR

前述したスコーピング結果及びプロジェクト周辺の環境に係る基礎情報によると、本プロジェクトのための環境影響評価の手続き中には、下記に示すタスクを実施する必要がある。

- i) 既存の環境社会配慮の基本情報のレビュー
- ii) 環境社会配慮に関連する現地調査
- iii) 環境及び社会への影響の予測及び評価
- iv) 代替案の評価検討
- v) 緩和措置の検討
- vi) 環境モニタリング計画の立案
- vii) 予算試算と財源確保
- viii) パブリックコンサルテーション及びステークホルダー協議

これらのタスクについては次項で詳細を示す。

7.6.2.1 既存の環境社会配慮の基本情報のレビュー

環境と社会についての基本データは EIA 報告書作成時において、環境及び社会影響の評価、現地調査計画の策定、評価後の支援などに利用されるために収集される必要がある。必要な情報のリストを下表に示す。

表 7.6.2 収集が望ましい既存の環境ベースラインデータ及び社会状況

No.	情報	詳細事項	場所	データ取得時期
1	Climate	Type of climate, rainfall, temperature,	Hanoi	3-5 most recent years
2	Topography	Topography	Hanoi center to the west	Existing data
3	Geology	Geology	Hanoi center to the west	Existing data
4	Rivers	Hydrological data (flow direction, flow rate)	Tich, Day, and Nhue rivers	Rainy and dry season
5	Soil	Type of soil	Hanoi center to the west	Existing data
6	Air quality	NO ₂ , SO ₂ , CO, TPM, PM ₁₀	Along BRT route	3-5 most recent years
7	Surface water quality	T, pH, DO, TSS, BOD, COD, NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , oil & grease	Tich, Day, Nhue and To Lich rivers	3-5 most recent years
8	Groundwater quality	T, pH, COD, NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , As, E-coli	Along BRT route	3-5 most recent years
9	Soil quality	Heavy metals and pesticide	Along BRT route	3-5 most recent years
10	Noise and vibration	L _{Aeq} and L _v	Along BRT route	3-5 most recent years

No.	情報	詳細事項	場所	データ取得時期
11	Population & gender	Population, percentage of gender	Hanoi center to the west	3 most recent years
12	Labor	Labor, male & female labor	Hanoi center to the west	3 most recent years
13	Ethnic minorities	Racial, number of people for each racial, location	Hanoi center to the west	The most recent year
14	Local economy	Growth rate, distribution of industrial lines, living standard, poverty	Hanoi center to the west	The most recent year
15	Existing infrastructure	Transportation system	Hanoi center to the west	Current situation
16	Land use	Current situation and planning for land use	Hanoi center to the west	Current situation and future (5-10 years)
17	Landscape	Landscape	Along BRT route	Current situation

出典：JICA 調査団

7.6.2.2 環境社会配慮に関連する現地調査

前述したスコーピング時に影響の大きさが A、B 及び C と判断された環境社会配慮項目については、表 7.6.3 に示す項目及び手法での現地調査が望ましい。

表 7.6.3 環境社会配慮項目に対する現地調査の内容

No.	影響項目	調査項目	場所	頻度	調査方法
1	大気質	NO ₂ 、SO ₂ 、CO、TPM PM ₁₀	BRT 経路に沿った 5 地点 (市街地区間に 2 点と、 郊外地区間に 3 点)	雨季乾季の 2 回、それぞれ 1 週間ずつ	大気質自動モニタリング 装置 (QCVN 05:2013/BTNMT)
2	水質	水温、pH、DO、TSS BOD、COD、NH ₄ ⁺ 、 NO ₃ ⁻ PO ₄ ³⁻ 、石油および 油脂	河川 4 地点と Ngoc Khanh 湖に 1 地点	雨季乾季の 2 回	採水および室内分析 (QCVN 08- MT:2015/BTNMT)
3	地下水	水温、pH、COD、NH ₄ ⁺ NO ₃ ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、ヒ素、大腸 菌	デポ施設地区に 1 点	雨季乾季の 2 回	採水および室内の分析 (QCVN 09- MT:2015/BTNMT)
4	土壌	重金属、農薬	デポ施設地区に 1 点	雨季乾季の 2 回	採集および室内分析 (QCVN 03- MT:2015/BTNMT & QCVN 15:2008/BTNMT)
5	騒音および振動	L _{Aeq} および L _v	BRT ルート沿いの 5 地点 (大気質のモニタリング 地点と同じ)	乾季に 1 回、平日 24 時間と週末 24 時間	騒音および振動モニタ リング装置 (QCVN 26:2010/BTNMT & QCVN 27:2010/BTNMT)
6	交通量	車両数および形式	BRT ルート沿いの 5 地点 (騒音・振動のモニタ リング地点と同じ)	乾季に 1 回、平日 24 時間と週末 24 時間	手計測
7	生態系	動植物	BRT ルートおよびデポ施 設地区	雨季乾季の 2 回	現地調査
8	非自発的住民移 転および用地取 得	用地取得の対象となる土 地利用と世帯	デポ施設地区	1 回	文献分析および現地調 査
9	社会経済状況	貧困層、少数民族および 土着の民族、雇用、生 計、収入、生活基準、地 域の利害関係、ジェンダー	デポ施設地区	1 回	インタビュー

出典：JICA 調査団

7.6.2.3 環境及び社会影響の予測評価

環境及び社会影響の予測は表 7.6.4 に示される手法を用いて、現地調査で収集したデータを基に実施されることが望ましい。

表 7.6.4 環境及び社会影響の予測評価手法の提案

カテゴリー	No.	影響項目	予測評価手法	
			建設前及び建設中 (BC/UC)	運用段階 (OS)
汚染	1	大気汚染	影響は、建設方法やプロジェクト対象地の特性に基づいて定性的に予測される。	大気質は大気質モニタリングデータや現在および予見される交通量に基づき、QCVN 05:2013/BTNMT と比較して定量的に予測される。
	2	水質汚染	影響は、適用された建設方法や環境管理規制により定性的に予測される。	デポ施設導入地域の提案デザインと運用およびモニタリングされた水質データを基に、必要に応じて QCVN 08-MT:2015/BTNMT との比較の上で、影響を定性的に評価する。
	3	廃棄物	影響は適用された建設方法と掘削量を基に、定性的に予測される。	デポ施設導入地域と停留所の提案デザインと運用を基に、影響は定性的に評価される。
	4	土壌汚染	土質に係る現地調査結果と適用される建設方法に基づいて、影響は定性的に予測される。	デポ施設導入地域の提案デザインと運用及び土質調査結果に基づき、必要に応じて QCVN 03-MT:2015/BTNMT & QCVN 15:2008/BTNMT と比較した上で、影響を定性的に評価する。
	5	騒音及び振動	現地調査結果と適用される建設手法に基づいて、影響が定性的に予測される。	騒音および振動レベルは、現地調査結果や現在及び予見される交通量に基づいて、QCVN 26:2010/BTNMT & QCVN 27:2010/BTNMT と比較の上で、定量的に予測される。
自然環境	6	生態系	影響は、動植物に係る現地調査結果と建設計画に基づいて、影響を定性的に予測される。	現地調査結果とプロジェクトデザイン及び運用計画に基づいて、影響が定性的に予測される。
社会環境	7	非自発的移転と用地取得	影響は、土地利用の現地調査結果とプロジェクト計画に基づいて定性的に予測される。	評価なし
	8	貧困層	貧困グループの現地調査結果と用地取得計画に基づいて、影響は定性的に予測される。	貧困グループの現地調査結果と貧困層の人々が移動手段に BRT を利用する可能性に基づいて、影響を定性的に予測する。
	9	少数民族及び土着民族	少数民族に係る現地調査結果と用地取得計画に基づいて、影響が定性的に予測される。	少数民族に係る現地調査結果と補償及び支援プログラムに基づいて、影響が定性的に予測される。
	10	地域経済（雇用及び生計等）	土地利用、雇用、生計及び収入に係る現地調査結果と用地取得計画に基づいて、影響を定性的に予測する。	影響は、プロジェクトに係る雇用計画や運用計画を基に、定性的に予測される。
	11	水利用	評価なし	プロジェクトの水利用の需要を基に、影響を定性的に予測する。
	12	既存の社会インフラと社会サービス	影響は、適用される建設方法や関連道路の交通状況に基づいて、定性的に予測される。	影響はプロジェクトデザインに基づいて、定性的に予測される。
	13	損害と利益に関する不公平な分配	関連世帯に係る現地調査結果と用地取得計画に基づいて、影響は定性的に予測される。	関連世帯に係る現地調査結果と、用地取得、補償と支援に係る計画に基づいて、影響を定性的に予測する。
	14	地域における利害対立	現地の利害関係に係る現地調査結果と用地取得計画に基づいて、影響を定性的に評価する。	関連世帯に係る現地調査結果と用地取得、補償と支援に係る計画に基づいて、影響を定性的に予測する。

カテゴリー	No.	影響項目	予測評価手法	
			建設前及び建設中 (BC/UC)	運用段階 (OS)
	15	景観	現地調査結果と建設手法に基づいて、影響を定性的に予測する。	現地調査結果とプロジェクトデザインに基づいて、影響を定性的に予測する。
	16	ジェンダー	ジェンダーに係る現地調査結果と建設方法に基づいて、影響を定性的に予測する。	ジェンダーに係る問題点の現地調査結果とプロジェクト計画に基づいて影響を定性的に予測する。
	17	子どもの権利	建設方法に基づいて、影響は定性的に予測される。	プロジェクトデザインと運用を基に、影響を定性的に予測する。
	18	感染症 (HIV/AIDS 等)	建設方法とプロジェクト計画に基づいて、影響を定性的に評価する	プロジェクトデザイン及び運用に基づいて、影響を定性的に予測する。
	19	作業環境 (職業上の安全性を含め)	建設方法とプロジェクト計画に基づいて、影響を定性的に予測する。	プロジェクトデザイン及び運用に基づいて、影響を定性的に予測する。
	20	公衆衛生	建設方法とプロジェクト計画に基づいて、影響を定性的に予測する。	プロジェクトデザインや運用に基づいて、影響を定性的に予測する。
その他	21	事故	建設方法及び関連道路の交通状況に基づいて、影響を定性的に予測する。	プロジェクトデザインと運用方法に基づいて、影響を定性的に予測する。
	22	気候変動等の越境的影響	建設方法とプロジェクト計画に基づいて、影響を定性的に予測する。	プロジェクトデザインと運用方法に基づいて、影響を定性的に予測する。

出典：JICA 調査団

7.6.2.4 代替案の検討

代替案の検討（ゼロオプションを含む）は、環境社会配慮の観点から実施される。代替案については、建設段階及び運用段階の両方について、環境や社会への影響について検討することとなる。各代替案の利点と欠点が決定され、それぞれの案について比較検討が行われる。最終的には最も適切な代替案を決定するため、建設段階及び運用段階の両段階を含めた総合的な影響を分析する必要がある。

7.6.2.5 緩和策の検討

プロジェクトの環境・社会への影響の予測・評価は建設段階と運用段階の 2 つの時期に分けて実施される。プロジェクトによって引き起こされる負の影響が予測される場合には、影響を最小限にするために緩和策を検討する。緩和策はそれぞれの項目に対して、手法、実施期間及び実施者を明記して提案される。

7.6.2.6 環境モニタリング計画の立案

環境モニタリング計画はプロジェクトの実施に伴う環境の変化を監視するために計画され、実施される。モニタリング計画は、モニタリング内容、方法、時期、頻度、場所、および実施主体を含むものとする。

7.6.2.7 予算試算と財源確保

緩和策及びモニタリング計画に応じて、それぞれの対策に対する予算とコストの見積もりが行われる。

7.6.2.8 パブリックコンサルテーション及びステークホルダー協議

パブリックコンサルテーションはプロジェクトの活動や環境社会配慮への意見収集を行うことが目的である

- i) Decree 18/2015/ND-CP (Article 12)及び Circular 27/2015/TT-BTNMT (Article 7)に示されている通り、環境影響評価手続きでは、パブリックコンサルテーションが次に示すコミュニケーションレベルの人民委員会、影響される組織や地域で実施される必要がある。
- ii) コミュニケーションレベルの人民委員会（コミュニケーション、町、区）やプロジェクトが位置する影響を受ける組織を対象としたパブリックコンサルテーションを行う。EIA レポートの送付からフィードバックは15日以内とする。
- iii) プロジェクトの影響を直接受ける地域でのパブリックコンサルテーションは、representatives from commune-level fatherland front、socio-political organizations、socio-professional organizations、及び population groups/village/hamlet を対象者として含むものとする。

パブリックコンサルテーションは、プロジェクトの活動とそれ環境や社会への影響だけでなく、提案された対策についての意見を収集するために開催される。その後、EIA 報告書の内容と提案はステークホルダーの意見に関して改訂される必要がある。

パブリックコンサルテーションの詳細な説明を次の表に示す。

表 7.6.5 パブリックコンサルテーションの概要

コンサルテーションの種別	対象	手法	意見収集
コミュニティレベルで住民委員会および影響力のある組織	BRT 経路に沿って位置する、直接的に影響を受けるコミュニケーション、行政区や都市 直接的に影響を受ける組織はコンサルテーションの対象となる	対象者宛てに EIA 報告書やコンサルテーション要請書などの文書の送付	対象者は 15 日以内にフィードバック文書を送る
地域住民	下記に示す、直接的に影響を受けるコミュニティの代表者 コミュニケーション内での先祖の地を所有する名士、政治社会団体 社会職能的組織、村落および住民グループ 地域住民とのコンサルテーション会議は同時に複数のコミュニケーションに対して開催することが可能である。例えば同一の郡に位置するコミュニケーションはグループができる。	プロジェクト提案者とコミュニケーション人民委員会は共同で、現地コミュニティの代表者と会議を持つ。 プロジェクト提案者はプロジェクト内容、環境社会影響や提案された代替案に係る説明を行う。	ミーティングでの協議事項は概略記載としてまとめられ、参加者のサインを加え、代表者からの意見として収集される。

出典：JICA 調査団

7.6.3 EIA スケジュール案

EIA 調査期間中に実施すべき環境社会配慮中の手続きやタスクの量を考慮した本プロジェクトの EIA スケジュール案を下表のとおり提案する。EIA 報告書の評価及び許認可に必要な2か月を含み、全体で6か月を想定する。

表 7.6.6 プロジェクトの EIA スケジュール案

項目	月					
	1	2	3	4	5	6
1. Collection of project information						
Examination of Project plan						
Collection of existing data						
2. Scoping						
Preparation of Scoping Report						
Preparation of TOR for field survey						
3. Field Survey						
Field survey in rainy season						
Field survey in dry season						
4. EIA						
Preparation of Draft EIA Report						
Public Consultation Meeting/Public Disclosure					▲	
Submission of draft EIA report for appraisal						
5. Appraisal and approval of EIA report						
Appraisal and comment on draft EIA report					▲	
Revision of EIA report						
Submission of final EIA report						
Approval of final EIA report						▲

出典：JICA 調査団

7.6.4 環境保全緩和策の提案

上記のスコーピング結果から、可能な限りプロジェクトによる負の影響を最小限にするため、環境及び社会への影響へ予備的な緩和策として下表に示す内容を提案する。

表 7.6.7 環境及び社会への影響に対する環境保全措置

No.	影響項目	保全措置	実施者
1	大気汚染	建設中：プロジェクト現場での散水、洗車、荷台カバー、建設用地への囲いの設置、建設機械の集中的な使用やアイドリングの防止、機材や車両の定期保守点検などの、建設機械や車両からの粉じんの飛散や排ガスの発生を防ぐ適切な手段を講じる。	建設業者
2	水質汚染	建設中：現場内排水の沈殿池および生活排水用の使い捨ての浄化槽を設置する。 運用中：デポ施設からの排水は、例えば排水路の入り口に取り付けられた油分分離器/除去弁等により、適切に集積され処理される。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者
3	廃棄物	建設中：発生土及び建設廃棄物は出来るだけ再利用されるとともに、再生利用できない物は適切に処理される。 運用中：BRT 停留所およびデポ施設にて生じた廃棄物は、適切に収集、分別および処理される。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者
4	土壌汚染	建設中：掘削および基礎工の前に土壌調査が実施される。土壌汚染の場合には、汚染土壌の拡散を防ぐために適切な方策が講じられる。 運用中：廃棄物および排水抑制のための保全措置が講じられ、土壌汚染の可能性が排除される。	建設中：プロジェクト 提案者運用中：BRT 運用者
5	騒音および振動	建設中：高いレベルの騒音の発生と周囲への拡散を避けるために、例えば夜間の建設の禁止、防音壁の設置や低騒音・振動建設機械等の、使用予防策が実施される。 運用中：車両の騒音発生を低減するために、車両の定期的な保守管理と点検が行われる。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者
6	生態系	建設中：建設作業前に、現地調査が徹底して慎重に実施される。絶滅危惧種が発見された場合は、その種の保存を目的として、例えば絶滅危惧種の樹木の移植等の適切な手法が講じられる。樹木草本類の保全は可能な限り行われる。樹木の伐倒や草本類の植え替えはハノイ市建設局の許可が必要となる。 運用中：可能な限りデポ施設内に樹木や草本類を植栽する。	建設中：プロジェクト 提案者運用中：BRT 運用者
7	非自発的住民移転および用地取得	建設中：用地取得は農地に対して実施され、その後影響を受ける人々への補償と支援の実施に続く。影響を受けた人々の生計回復と収入の確保に向けて、可能な限り支援を行うため、それらの人々に対する補償および支援はベトナム国の法規および JICA 環境配慮配慮ガイドラインに沿って行われる。	プロジェクト提案者およびハノイ市
8	貧困層	建設中：用地取得前に詳細調査が行われる。影響を受ける人々が貧困層の場合は、彼らの支援となる特別な支援と配慮がなされなければならない。 運用中：貧困層に対するサービスの利用を確保するために、貧困層に対するバス料金を低く設定することが可能である。	建設中：プロジェクト 提案者運用中：BRT 運用者およびハノイ市
9	少数民族および土着の民族	建設中：用地取得前に詳細調査が行われる。影響を受けるのが少数民族および土着の人々である場合は、彼らの助けとなる特別な支援と配慮がなされなければならない。 運用中：少数民族および土着の人々によるサービス利用を確保するために、適切な手段が提案および実施される。	建設中：プロジェクト 提案者運用中：BRT 運用者
10	地域経済（雇用および生計等）	建設中：影響を受ける人々の生計を確保し、新規就労を支援するために、彼らへの補償と支援がなされる。	プロジェクト提案者
11	水利用	運用中：詳細設計段階で、デポ施設が大量の水を消費するか確認する必要がある。そのような場合には適切な手段が取られる。	プロジェクト提案者
12	既存の社会インフラおよび社会サービス	建設中：建設車両の集中と交通事故を避けるために、建設実施計画が適切に策定される。	建設業者

No.	影響項目	保全措置	実施者
13	損害と利益に係る不公平な分配	建設中：利益および不利益の不公平な分配が生じないように、影響を受ける人々に対する補償や支援が適切に行われる。 運用中：特に年配者や孤立した高齢の女性、女性や子供、障がい者や貧困層などの異なるグループ層によるサービス利用の確保への配慮のもと、プロジェクト設計および運用計画が実施される。地域住民の採用については幅広く通知し、格差が生じないようにする。	建設中：プロジェクト提案者 運用中：BRT 運用者
14	地域における利害対立	建設中：車線および BRT 停留所の建設に係る利害対立は生じないが、デポ施設の選択と歩道橋の設置、地下道もしくは横断歩道は現地の人々の利害対立の対象となりうる。設計段階において詳細検討がなされる。例えば、歩道橋は住民の家屋や商店の前方には建設されない。 運用中：デポ施設および BRT 停留所の運用は地域内の利害対立を生じうる。そのような場合は適切な方策を取る。	建設中：プロジェクト提案者 運用中：BRT 運用者
15	景観	建設中：建設敷地に一時的な柵囲いが設置される。 運用中：詳細設計時に、樹木植栽等の景観造成について検討する。景観造成においては可能な限り配慮が図られる。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者
16	ジェンダー	建設中：細かな配慮と検討がなされる。本プロジェクトの負の影響を最小限に抑えるために、影響を受ける女性たちへの補償および支援と、彼女達の新規就労への支援を行う。 運用中：妊婦等の女性による BRT 停留所と車両へのアクセスと利用を確保できるよう、BRT の設計および運用に配慮する。	建設中：プロジェクト提案者 運用中：BRT 運用者
17	子どもの権利	建設中：BRT 施設の建設によって子供たちの遊び場や学校が影響を受けないように、詳細設計の段階で細かな配慮や検討が行われる。建設中の児童労働は発生しない。 運営中：子供たちによる BRT 停留所や車両へのアクセスおよび利用を確保するために、BRT の計画および運営には配慮を払う。	建設中：プロジェクト提案者および建設業者 運用中：BRT 運用者
18	感染症 (HIV/AIDS 等)	建設中：作業員に対する保健衛生に係る配慮や疾病における指導が行われる。 運用中：HIV/AIDS や社会悪について、若年層や 10 代の若者への情報の普及・伝達を促進する。治安に係る能力強化を行い、コミュニティが犯罪や暴動を最小化できるよう支援する。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運営者
19	職業上の安全性を含む作業環境	建設中：建設現場での事故を防ぐために日常的な安全訓練が実施される。 運用中：運用段階で運転手に対する日常的な安全訓練が実施される。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者
20	公衆衛生	建設中：公衆衛生に対して負の影響を及ぼす、粉じんや排ガス、騒音や交通事故等を防止するために、環境緩和措置が適切に講じられる。 運用中：排ガスを減らすために車両の定期検査と保守管理が行われる。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者
21	事故	建設中：交通事故を防ぐために、適正な建設計画と運転手への安全訓練が実施される。	建設中：建設業者
22	気候変動等の越境的影響	建設中：排ガス抑制と燃料減少を目的とした、建設機械や車両の定期的な保守点検が行われる。 運用中：汚染のない燃料および環境に配慮したバスが購入される。定期的な車両の保守点検が行われる。	建設中：建設業者 運用中：BRT 運用者

出典：JICA 調査団

7.7 ステークホルダー協議

7.7.1 ミーティング対象

調査団はハノイ DONRE の下部組織であるハノイ環境保護機構、ホアラク・ハイテクパーク理事会、地方自治体や3つの住民組織の代表者(Lieu Giai, Me Tri 及び Thach Hoa)を含む様々なステークホルダーと下記に示す目的で協議を行った。

- 基本的な環境及び社会のデータや情報収集
- プロジェクトの EIA/EPP 手続きへの要求事項の確認
- EIA レポート作成のためのスコーピング結果及び TOR についての意見交換
- プロジェクト及びプロジェクトによる環境及び社会影響への意見収集

2016 年 5 月に調査団によって実施された協議の実施スケジュール及び内容の概要を下表に示す。

表 7.7.1 ステークホルダーとの協議実施状況

No.	ステークホルダー	協議実施日	ステークホルダー参加者	協議内容
1	Hanoi Environmental Protection Agency	May 17, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Department of project management and communication • Department of appraisal and EIA 	<ul style="list-style-type: none"> • EIA/EPP requirement for the project • Scoping results and TOR for preparation of EIA • Retrieve environmental status reports
2	Management board of Hoa Lac hi-tech park	May 27, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Department of construction, planning and environment • Women and labor union 	<ul style="list-style-type: none"> • Opinions on the project and environmental and social impacts • Proposal and ideas on the route of BRT
3	Lieu Giai ward (Ba Dinh district)	May 16, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • People's committee of Lieu Giai ward • Fatherland front • Women union 	<ul style="list-style-type: none"> • Opinions on the project and environmental and social impacts
4	Me Tri ward (Nam Tu Liem district)	May 31, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • People's committee of Me Tri ward • Fatherland front • Women union 	<ul style="list-style-type: none"> • Opinions on the project and environmental and social impacts
5	Thach Hoa commune (Thach That district)	May 27, 2016	<ul style="list-style-type: none"> • People's committee of Thach Hoa commune • Fatherland front • Women union 	<ul style="list-style-type: none"> • Opinions on the project and environmental and social impacts

出典：JICA 調査団

7.7.2 協議概要

5名のステークホルダーとの協議内容を Appendix-B と C に添付する。本プロジェクトの EIA/EPP に対するハノイ環境保全機構（EPA）からのコメント及び提言は、関連する本報告書のスコーピング及び TOR の章に反映されている。その他のステークホルダーとして、Hoa Lac hi-tech park、Lieu Giai ward、Me Tri ward および Thach Hoa の4つのコミュニティからのコメントと提言の概要を次に示す。

1. 全てのステークホルダーや組織は Hoa Lac から Hanoi 市を接続する BRT の建設に同意しており、プロジェクトが地域に住む人々に利益とプラスの影響をもたらすことを理解している。
2. ステークホルダーは、プロジェクト主体に対して、設計、建設、環境保護、土地収用と補償に関する現在の法律や規制に従う、とすることを強く要請する。
3. プロジェクト主体は、建設と運用の両段階で地域の人々に対する環境への影響、交通事故、渋滞、セキュリティ上の問題や生活へ影響をなどの負の影響を最小限にするために適切な緩和措置を実施することを要求された。
4. 工事中及び運用段階において、交通事故や交通渋滞の削減、社会やセキュリティの問題や環境・衛生への影響に対処するために、プロジェクト主体とハノイ市がサポート及び直接影響を受ける地域社会と協力して、社会悪および建設現場や運用時のバス停やデポでの犯罪や暴動が最小限になるよう、十分配慮すべきである。
5. 交通渋滞や事故の影響や、バス停での犯罪や暴動の発生が最小化されるよう、BRT のルートとバス車両、バス停の場所や施設のデザインは慎重に検討すべきである。防犯カメラをバス停に設置することで暴動や犯罪を最小限に抑えることができる。
6. BRT のデザインと運営計画は、地域住民の異なるグループとして、特に年長者、妊娠中の女性、子どもや障害者の利用が保証されるように、サービスの利便性と有用性を慎重に検討する必要がある。また、バスの運賃は貧困層や低所得者、学生などの特別な人のために低減することが望ましい。
7. 土地取得範囲を最小限にするために、レーン、バス停、歩道橋や横断歩道は公有地や交通機関の土地に建設されるべきである。地域住民の商業活動や生活への負の影響を最小限に抑えるために、バス停、歩道橋及び横断歩道が民家や商店の前に建設されるのは望ましくない。
8. Lieu Giai 区はスペースが限られていること及び住民が高密度に居住していることから、デポ施設の建設地としては適切でない。
9. 樹木や草本の保全は特に都市部において可能な限り実施すべきである。これらは、特に年長者、女性、子供を始め地域住民の生計にとって不可欠なものであるため、樹木の伐採や草地の利用転換は最小化されるべきである。
10. 建設工事はピーク時、睡眠や休息時間、祝日や週末を避け、適切なスケジュールで計画するよう要求された。
11. 土地取得については、現在の法律や土地収用、補償及び支援に関する規制に加えて、プロジェクトの実施主体が影響を受ける人々と直接交渉し、補償の価格や支援について合意に達しうる。影響を受けた人々の生活や収入が回復できるよう、十分な補償額の設定と支援が行わなければならない。もし土地が補償として被影響者のために提供される場合は、彼らの生産および商業活動や生活自体の障害を取り除くことが出来るよう、適切な立地とインフラを備える必要がある。被影響者に対する補償や初期段階での支援に加えて、プロジェクト主体はプロジェクトの運用段階後も就業支援や生活水準の向上へ向けた支援を継続に行うべきである。
12. プロジェクト主体とハノイ市は被影響者、特に年長者、孤独な老婦人、女性、障害者、貧しい人々など、脆弱なかつ特別な人のために、教育訓練や就労支援など、新たな雇用取得を通じて被影響者を支援するよう要求された。その労働年齢が終了した中年の女性に対しては、特別な配慮や支援を行う必要がある。彼らは工場や会社で働いていたため、職業訓練を受けるには歳をとりすぎており、新しい仕事を得るために多くの困難に直面することが予想される。中年の女性のほとんどは、掃除や衛生面関連の仕事か、フリーランスの仕事にのみしか就くことができない。
13. 若い女性は職業的訓練を受けて工場や企業に勤務することが可能であるが、プロジェクト主体は、プロジェクトによって影響を受けた女性を優先的に採用する方針を持つべきである。女性を中心とした被影響者をウェイトレス、衛生関連、およびバス停やデポ施設でのアルバイト業務等、非熟練または低いスキルでも可能な仕事に採用するよう、配慮がなされるべきである。
14. プロジェクト主体とハノイ市は、社会悪を防ぐために若者と青少年への情報の伝達・普及を行う必要がある。

8 事業の比較検討

8.1 事業評価

8.1.1 BRT 事業の評価

上記にて算出した経済及び財務分析結果を総括すると表 8.1.1 のとおりである。BRT 事業は公共性が高いものの、収益性が無ければ事業の継続は困難となる。しかしながら、交通の利便性を向上させるものであるため、事業の効果は高いものと想定される。なお、経済・財務分析面だけでなく、BRT が運行することによる交通の接続性改善やサービスレベルの向上、沿線地域が整備されることによる地価の向上、税収増なども考えられる。

表 8.1.1 経済財務分析結果

		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6
経済分析	EIRR	15.6%	19.4%	32.8%	29.2%	18.4%	24.9%
	CBR	1.1	1.3	1.9	1.7	1.2	1.7
	NPV	590	908	1,916	1,555	872	3,255
財務分析	FIRR	6.06%	10.48%	-0.16%	10.40%	0.18%	10.56%
参考							
費用 (2018~2052) 単位：百万円		90,684	82,688	49,587	57,414	89,573	111,314
収入 (2018~2052) 単位：百万円		95,997	95,997	42,748	67,365	78,490	128,199
日利用者 単位：1,000 人 /日	2020 年	65	65	22	21	24	87
	2030 年	127	127	58	88	105	161
利用者伸び (2030/2020)		1.95	1.95	2.64	4.19	4.38	1.85

出典： JICA 調査団

図 8.1.1 は経済・財務関連指標について、OPTION ごとにランク付けしたものをレーダーチャートにまとめた結果である。OPTION-1 と OPTION-5 は他の OPTION に比べると全体的に指標値は低く、OPTION-3 は費用が低いものの収益性が悪く実現性が低いと言える。OPTION-2 は事業費がやや高いが収入も応じて高く収益性は比較的高い（どれも全 OPTION の平均よりやや高い程度）。OPTION-4 は費用が他の OPTION と比べて低く、また便益も高いが収入規模が小さい。OPTION-6 は事業費が最も高いものの、それに見合った高い収入及び便益規模であり、収益性も高い。

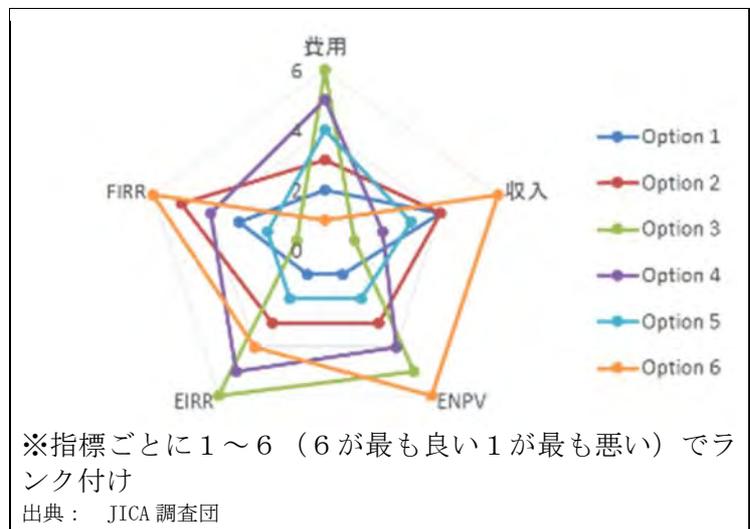


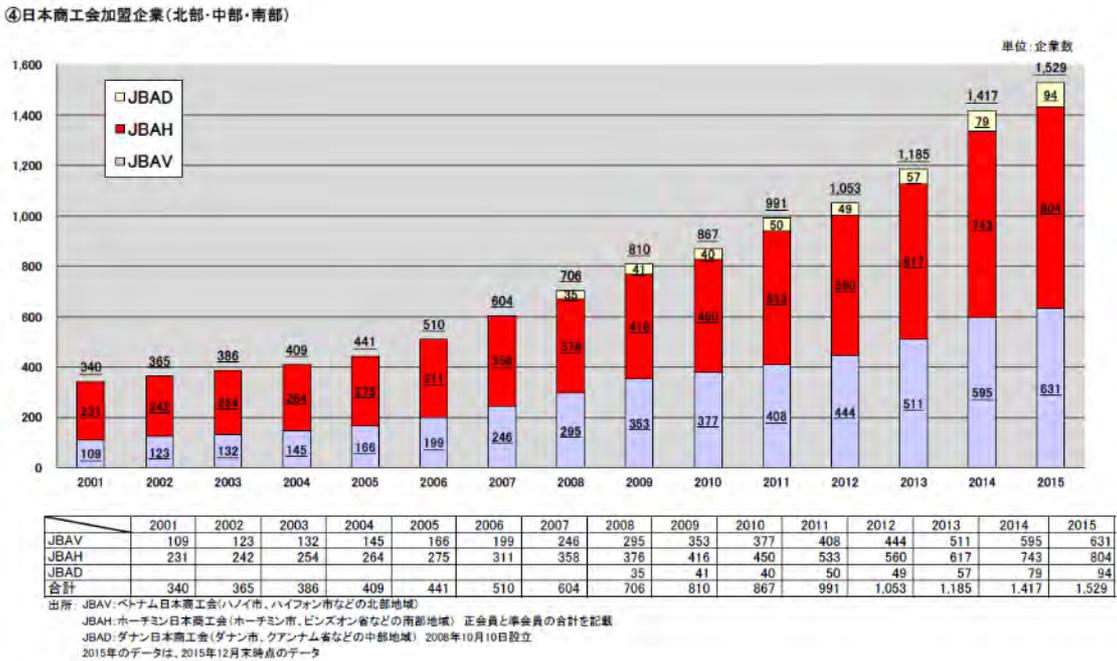
図 8.1.1 各指標ランク付けによるレーダーチャート

BRT 事業は公共性が高いことが望ましいが、収益性も高くなければ事業の継続性が担保されない。運行を民間に委託する等のケースも踏まえると、収入規模も重要な指標である。これらを踏まえると、経済・財務の面で見えた場合、OPTION-6 が最も事業性が高く、望ましい事業 OPTION である。次いで、事業投資規模を重視する場合は OPTION-4、事業収益性を重視する場合は OPTION-2 が有益な事業 OPTION となる。

以上のとおり、各 OPTION とも一長一短があるが、経済・財務面だけでなく、他の交通モードとの接続性向上や需要の大きさ、環境等への影響も含めて本格 FS 調査において検討することが望ましい。

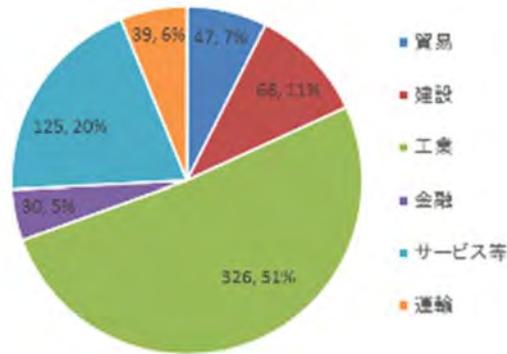
8.1.2 日本企業への裨益

下図に示すように、ベトナムでは全国で約 1,500 の日系企業（日本商工会加盟企業）があり、このうちベトナム北部には 635 社がある（ベトナム日本商工会：http://jbav.vn/ja/）。半数が工業関係の企業になるが、サービス、建設関係の企業も進出している。ホアラックハイテクパークでは科学技術に関連する企業が進出すると考えられるが、工業及びサービス（通信関係等）の進出がより促進されることが想定される。BRT が整備されることで、ハノイ・ハイテクパーク間の接続性が良くなることから、日本企業の進出促進及び進出する本邦企業関係者の通勤・通学等の利便性の向上も見込まれるため、日本企業にとっても本 BRT 事業がもたらす裨益は高いと想定される。



出典： ベトナム一般概況～数字で見るベトナム経済～、JETRO ハノイ、2016年4月

図 8.1.2 日本商工会加盟企業数



出典： ベトナム日本商工会 会員一覧を整理

図 8.1.3 ベトナム北部の日系企業の部門数

ハノイ市中心地とホアラック地区の距離は約 40km あり、バイク移動には距離が長すぎる。ハイテクパークに入植している企業や大学の従業員・関係者が利用できる公共交通機関は、路線バス 74 系統 (My Dinh~Xuan Khanh 間) のみである。路線バス 74 系統はホアラック工業団地内を通過している。運行表によると 74 系統は概ね 15 分ヘッドで運行されることになっているが、実際には旅客数も少なく運行頻度は調整しているものと思われる。ハイテクパークに入植している大企業 (Viettel 社、FTP 社等) は自社運営の通勤バスを有していることから、74 系統への依存度は低いことがうかがえる。



(Public Bus Service, Route No.74 in front of Viettel Tower)



(Private commuter Buses operated by Viettel Company)



(Electric Vehicles operated by FTP Company)

出典： JICA 調査団

図 8.1.4 ホアラックハイテクパークの交通サービス現況

本 BRT 事業が実現すれば、これら自社運営バスは不要もしくは大幅に削減されうる。今後進出しようとする本邦企業をはじめとする入植企業にとっても、BRT 事業による質の高い通勤手段提供は裨益効果が高いと思われる。一方、BRT 利用促進、ひいては将来の都市鉄道の需要喚起のため、従業員に対する通勤手当支給等が企業の福利厚生として提供されることがのぞましい。

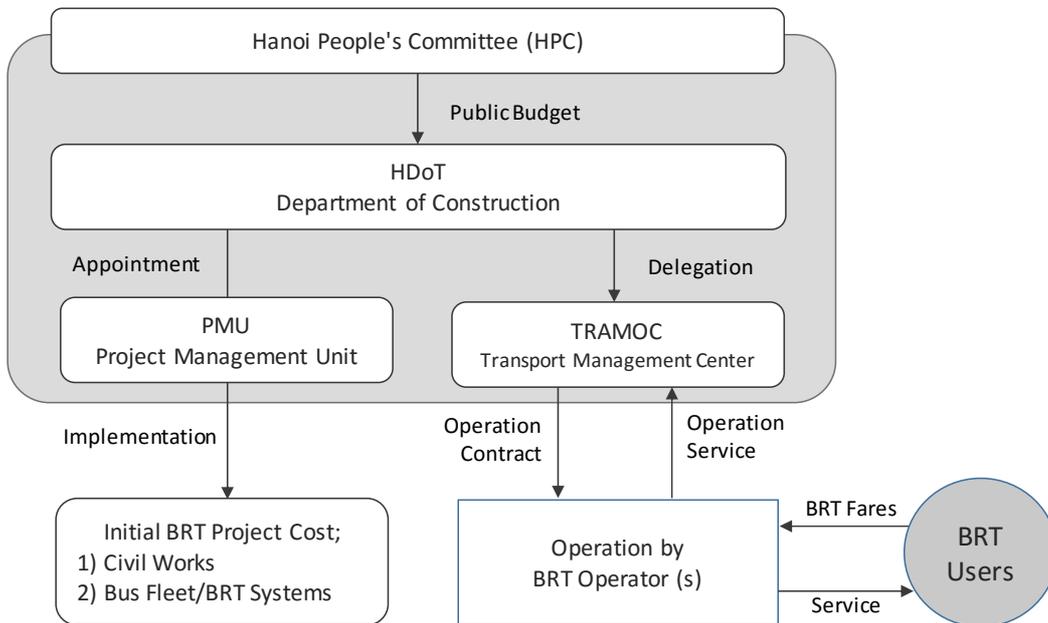
8.2 事業計画

8.2.1 BRT 事業に係るコスト負担の基本的考え方

財務分析の結果、事業全体を独立採算で運営することは難しいものの、OPTION-2、OPTION-4、OPTION-6 の FIRR は、10.48%、10.40%、10.56%と比較的高い。建設費等の初期投資の政府負担（または部分負担）、補助金等の財政支援を実施することで民間事業者による運営可能性がある。対して、OPTION-1、OPTION-3、OPTION-5 は公共事業による実施・運営が現実的である。

ハノイ市域においては、ハノイ人民委員会交通局（HDoT）の下部組織である TRAMOC（Transport Management Center）が Regulator 機能を担っており、路線バス事業を一元管理している。各路線の運営維持管理はオペレータ（政府系含む）に契約委託している。TRAMOC は将来的にはバスのみならず公共交通機関全般の管理を司る Public Transport Authority（PTA）の役割を担うことが期待されている。したがって、今後も TRAMOC 主導によるバス事業の管理体制が継続されるべきである。

世銀支援で建設中の BRT1 号線の現時点で予定されている事業スキームを下図に示す。BRT 事業は、BRT 専用車線、専用駅、といった土木インフラが含まれる。一般の路線バスを運営している既存オペレータには土木インフラの維持管理ノウハウも予算もないことから、土木インフラ施設の維持管理はハノイ市交通局（HDoT）が予算化・実施することとなる。



出典：JICA 調査団

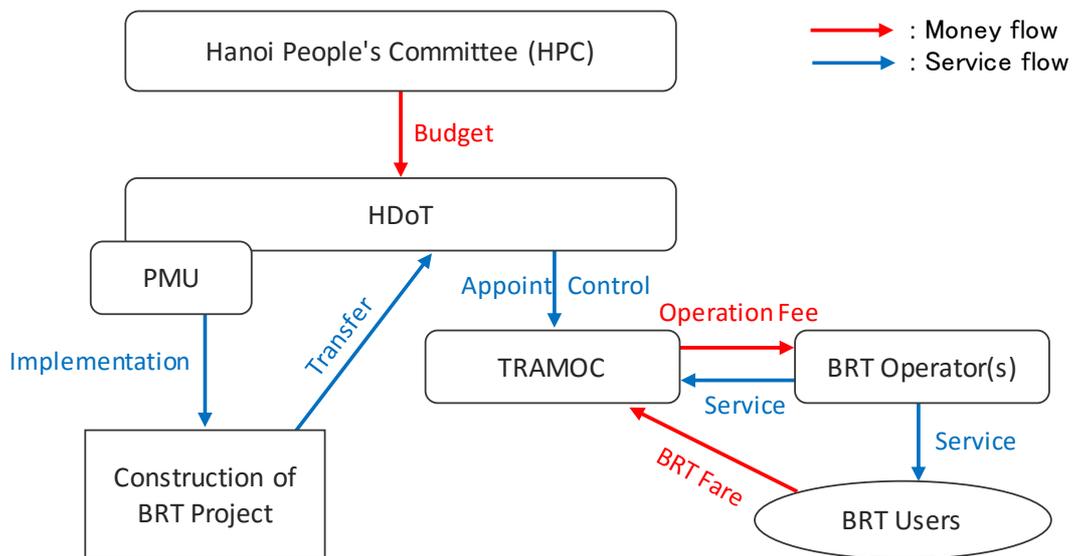
図 8.2.1 BRT 事業に係るコスト負担の基本的考え方

8.2.2 本 BRT 事業の事業体制（案）

TRAMOC 主導で今後のハノイ市域の公共交通事業が実施されていく将来展望からも、本事業のもっとも現実的な事業スキームも、上記の世銀 BRT 事業と同様になると考えられる。政府はインフラを提供し、ユーザーはサービスコストを支払い、オペレーターは行政管理の下に効率的サービスを提供する、というコスト負担の考え方である。

ハノイ市では、都市鉄道 2A 号線、3 号線が建設中である。これら都市鉄道は世銀 BRT との結節も限定的である。互いの結節、一般路線バス路線の再編等の公共交通ネットワークの一体的改善が課題であり、将来的な PTA 機能を期待されている TRAMOC が本 BRT 事業も管理することは合理的であり、TRAMOC への継続的な支援が必要である。（本事業のために新たな組織を立ち上げる、組織を林立させることは得策ではない）

上述の考え方を踏まえて、本 BRT 事業に係る事業スキームを下図に示す。初期に必要な BRT 事業に係わるインフラ整備並びに車両などの営業資産の調達は、ODA および公共予算によりファイナンスすることを前提としている。DOT の下に PMU を設立（世銀 BRT の PMU が継続実施することが最も現実的）して初期の建設・調達を実施して、建設終了後その資産を DOT に引き渡し、PMU は解散する。一方、DOT 傘下の TRAMOC が BRT 事業全体の経営・運営管理を行う。TRAMOC は BRT オペレーター（TRANSERCO 等）を入札選定し、運営委託契約を締結して、BRT 事業の運営を委託する。BRT オペレーターは、行政（HDoT）が保有するインフラ、車両等の資産を利用して、利用者に BRT サービスを提供し、その対価として、行政側から運営委託料金を得る。BRT 専用車線、BRT 停留所等の土木インフラ施設の維持管理は、ハノイ市交通局が実施する。



出典：JICA 調査団

図 8.2.2 本 BRT 事業の実施体制（案）

8.3 代替路線の比較検討

モデル路線代替案について、比較検討した結果を次表に示す。

表 8.3.1 代替路線の比較検討

比較項目	OPTION-1	OPTION-2	OPTION-3	OPTION-4	OPTION-5	OPTION-6	
オプション概要	市街地、郊外ともに専用車線	市街地は専用車線、郊外は高速バスの運用	郊外のみ的高速バスの運用	市街地は RR3 高架下に専用車線、郊外は高速バスの運用	市街地は RR3 高架下に専用車線、郊外も専用車線	市街地は市内及び RR3 高架下に専用車線、郊外は高速バスの運用	
他の都市大量高速輸送システムとの接続性	UMRT-2 と接続	UMRT-2 と接続	なし	WB BRT と接続	WB BRT、UMRT-3&2A と接続	UMRT-2、2A、3、WB BRT と接続	
サービスレベル (速達性、定時性、交通安全)	全線にわたる専用車線運行によりサービスレベルは高い。	市街地は専用車線でサービスレベルは高い。郊外区間は多少他の交通の影響を受けるも高いサービスレベルを確保できる。	市街地は一般路線バスを通じたサービス。郊外区間は多少他の交通の影響を受けるが高いサービスレベルを確保できる。	市街地は専用車線であるものの延長が短い。郊外区間は多少他の交通の影響を受けるがサービスレベルは高い。	全線専用車線で他の交通との交差が少なく、サービスレベルは高い。	市街地は専用車線でサービスレベルは高い。郊外区間は多少他の交通の影響を受けるも高いサービスレベルを確保できる。	
慮曲需要 (日総利用者数)	2020	65,000 人/日	65,000 人/日	22,000 人/日	21,000 人/日	24,000 人/日	87,000 人/日
	2030	127,000 人/日	127,000 人/日	58,000 人/日	88,000 人/日	105,000 人/日	161,000 人/日
運賃収入 (日料金収入)	2020	1,250 百万 VND	1,250 百万 VND	420 百万 VND	410 百万 VND	470 百万 VND	1,640 百万 VND
	2030	2,500 百万 VND	2,500 百万 VND	1,130 百万 VND	1,800 百万 VND	2,100 百万 VND	3,340 百万 VND
事業費 (初期整備費用)	2,635,264 百万 VND	1,664,074 百万 VND	1,086,996 百万 VND	1,143,323 百万 VND	2,440,069 百万 VND	2,099,312 百万 VND	
経済評価 (EIRR)	15.6%	19.4%	32.8%	29.2%	18.4%	24.9%	
財務評価 (FIRR)	6.06%	10.48%	-0.16%	10.40%	0.18%	10.56%	
施工性	市街地、郊外区間ともに施工時に一般交通への配慮が必要。	市街地の施工時に一般交通への配慮が必要	特に問題なし	市街地の施工時に一般交通への配慮が必要	市街地、郊外区間ともに施工時に一般交通への配慮が必要。	市街地の施工時に一般交通への配慮が必要	
環境社会配慮	工事中の市街地の渋滞。デポで用地取得必要	工事中の市街地の渋滞。デポで用地取得必要	デポで用地取得必要	デポで用地取得必要	デポで用地取得必要	工事中の市街地の渋滞。デポで用地取得必要	
総合評価 (暫定)	需要を多く取り込めるが事業費は大きく、事業採算性はやや低い。	事業費を抑えつつ、市街地からの需要を多く取りこめ、事業採算性は高い。	他の公共交通機関との接続が悪く需要が伸びない。投資額は小さいが事業採算性は低い。	懸念事項の多い WB BRT の運行状況の影響を受ける。事業採算性は高いが、収入規模が低い。	事業費は大きい、需要は他の大量高速輸送システムができるまで小さいため、事業採算性は低い。	事業費はやや大きい、需要を多く取り込め、事業採算性は高い。	

備考：事業費 (初期整備費用) には、運行経費、エンジニアリング費用、行政管理費用、用地取得費は含まれていない。

出典： JICA 調査団

9 BRT モデル路線整備に向けた提言と今後の課題

9.1 BRT モデル路線整備に向けた提言

9.1.1 公共交通整備と BRT 導入の意義

ハノイ市では従前市街地への人口集中とモータリゼーションの進行に伴い、幹線道路を中心として深刻な交通渋滞が発生しており、大きな社会問題となっている。市中心部への人口集中を緩和するために衛星都市の建設を計画しているが、交通網の整備が遅れており、衛星都市の整備が進んでいない。ホアラック衛星都市は、ホアラック・ハイテクパークやハノイ国立大学を中心とした学術研究都市として、ハノイ市だけでなくベトナム全国の学術研究拠点としての開発が期待されており、ハノイ～ホアラック回廊における交通軸を形成することは意義の高いものと評価される。

ホアラック衛星都市は、ホアラック・ハイテクパークと大学等研究機関を中心として将来人口 60 万人以上の都市開発が予定されている。ホアラック衛星都市はハノイ市中心部から約 40 km の距離にあり、現在は路線バスが 2 路線運行されているが、現行のバスサービスでは将来需要に対応することは難しい。また、路線長 40km は一般路線バスの延長としては長大である（ハノイ市路線バスの平均距離は約 22km）。

ハノイ市交通マスタープランでは、都市鉄道 5 号線が計画されているが、現時点でホアラック都市開発のスケジュールが明確にされておらず、また、現状の交通需要が少ないこともあり、建設に多額の投資が必要、かつ、整備後は簡単に廃止することが難しい都市鉄道は時期尚早とみられている。現在実施されている都市鉄道 1 号線、2 号線、2A 号線及び 3 号線の建設に多額の予算が配分されており、当分、新たな都市鉄道を整備することが財源的に難しいという事情もある。

一方、BRT は、既存の道路インフラを活用でき最小限の投資で高い公共交通サービスを提供することができるほか、BRT 走行レーンや BRT 停留所へアクセスするための道路横断施設等は将来に渡り道路施設として恒久的に活用可能であり、無駄の少ない交通システムである。BRT 専用レーンにより速達性が向上し、接続バス車両を導入することにより一般路線バスを大きく上回る輸送量を備えることができる。

BRT は、建設コストが低く比較的容易に整備でき、車両の規模や運行頻度の自由度も高いため交通需要への調整がしやすいため、需要の見通しが立ちにくいホアラック衛星都市とハノイ市中心部を結ぶ基幹交通として妥当なものと認められる。なお、長期的には、マスタープランに示される通り都市鉄道の整備が必要となることから、BRT はそれまでの期間における開発を促進することがその機能として期待される。

9.1.2 代替案の比較評価

本調査では、既存の道路網整備状況、交通状況、さらに対象コリドーの都市開発状況から 6 つの代替案を作成し、その比較評価を行った。6 つの代替案は環状道路 3 号線からホアラック衛星都市までの郊外部と内側の都心部地域に分けて検討をおこなった。郊外部では、既存のタンロン高速道路断面のどの位置に BRT 専用車線を設けるか、都心部では深刻化する交通混雑状況から BRT 導入の可否、さらに他の幹

線公共交通システムとのネットワーク化などを念頭に代替案の技術的検討や利用者需要の予測、運行計画の検討、概略建設費の算定、環境影響調査そして経済・財務分析を行った。

その結果、Option-6 及び Option-2、4 などが経済便益も高く、事業化が可能と判断される。特に、Option-6 については、運行延長が最も高く費用も高いが UMRT 2 号線、2A 号線、3 号線、及び BRT1 号線（建設中）をつなぐことによって、幹線公共交通ネットワーク形成に寄与するものである。さらに、ネットワーク機能が強化されることにより、市内の至るところからホアラック衛星都市への公共交通によるアクセスが可能となる。

しかし、社会経済的な収益率は高いものの財務的な収益率は、それほど高いものとはなっていない。都市開発の遅れにより需要が伸びない場合には、赤字運営になる危険性もあり、補助金による補填の可能性も視野に入れておくことが求められる。

9.1.3 機能的な公共交通ネットワークの形成と効率的運用

本 BRT モデル路線コリドーには、郊外部に 2 路線、都心部には多数の一般路線バスが運行されている。また、幹線公共交通機関としては、マスタープランに示される通り、将来的には 8 路線の都市鉄道を中心とした公共交通ネットワークが形成されることになるが、現在建設中の都市鉄道 2A 号線、2 号線、3 号線、BRT1 号線などは、BRT1 号線の起終点（Kim Ma Station、Yen Nghia Station）において 2A 号線と繋がっているが他の路線との結節はなく、ネットワークとしての機能は確保されていない。今回の調査結果では、都心部とホアラック衛星都市を東西に結ぶだけでなく、環状道路 3 号線沿いに BRT 路線を導入することにより、現在整備中の幹線公共交通によるネットワークが形成される。

この幹線公共交通ネットワークを軸として一般路線バス路線網の再編を行い、幹線機能とフィーダー機能の機能分担を図ることが重要となる。ハノイ市の一般路線バスの平均路線距離は 22 km と長く、交通混雑の影響を受けやすく運行管理がますます難しくなりサービスの信頼性が低下する傾向にある。幹線機能とフィーダー機能に分けることにより、一般路線バスの運行距離を短くし、よりサービスレベルの高い公共交通サービスを提供する。また、公共交通の効率化を図ることにより、一般交通の混雑緩和にも資することが期待される。

ネットワークの機能分類を図ることにより乗換え機会が増加することになる。これに対しては、乗換え施設の整備、運賃体系の見直し、さらにはスマートカードの導入によるスムーズな乗換えが出来る仕組みづくりが不可欠である。

9.1.4 交通結節点整備と TOD の検討

公共交通指向型開発（TOD：Transit Oriented Development）は、私的交通を抑制し、徒歩圏の公共交通の利用を促進するとともに、居住・商業等の混合用途の土地利用によるコンパクトな駅周辺地区の形成を促進するものである。ハノイ市では、「ベトナム国ハノイ市における UMRT の建設と一体となった都市開発整備計画調査の実施支援プロジェクト」（HAIMUD2、2015 年 11 月）が実施され、都市鉄道 1 号線及び 2 号線のフェーズ 1 区間 18 駅を対象に、交通改善及び一体的都市開発を含むコンセプトプランが作成されている。本 BRT 路線が繋がる都市鉄道 2 号線の駅（C5：Quan Ngua 駅）は、西湖の南西部、伝統的集落と高密度の居住地が密集する地区に地下駅として計画されている。駅周辺地区の TOD コンセプトプランとして、駅周辺市街地内の生活道路の改善、地下空間を活用した地下駐車場・地下歩道の整備による駅アクセスの改善及び社会経済活動の活性化を掲げている。そのほかに、3 号線、2A 号線、

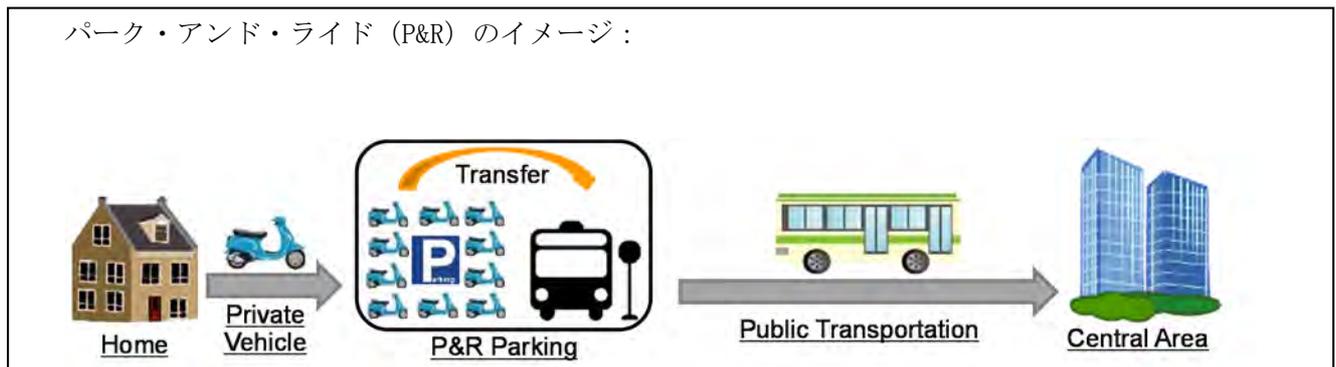
BRT1 号線、さらに本事業の東西路線と南北路線が交差する地点においては、結節点としての整備とともに TOD の候補地と期待される。

9.1.5 パーク・アンド・ライドの施設の整備

ハノイ市中心部とホアラック衛星都市との距離は約 40km あり、ベトナムで最も一般的な交通手段であるバイクの移動距離（概ね 10 km～15 km）の倍以上ある。現在、ハノイ市中心部とホアラックを結ぶタンロン高速道路が整備されており、自動車によるアクセスは大幅に改善されているが、市民の足ともいえるバイクでの移動は厳しく、両地点のアクセシビリティは非常に限定されている状況である。

予算的な制約で都市鉄道 5 号線の整備が難しい中、本 BRT の導入は意義があるものと考えられ、その整備効果を高めるためには、バイク利用を前提とするベトナムの交通文化を理解し、それに適用する施策が求められる。

そこで有効となるのがパーク・アンド・ライド (P&R) である。P&R は、自家用車やバイク等で最寄りの駅または停留所まで行き、近くの駐車場に車やバイクをとめて、公共交通機関を利用し目的地まで向かうシステムである。本 BRT 事業に当てはめると、BRT 停留所にバイク駐車を併設し、自宅から BRT 停留所まではバイクでアクセスし、そこから BRT に乗り継ぐというものである。



出典：JICA 調査団

図 9.1.1 パーク・アンド・ライドのイメージ

一般の路線バス以上のサービスレベルが求められる BRT においては、停留所間隔は路線バスより長いことが一般的である。ハノイ市街地における一般路線バスの平均停留所間隔は約 430m である。一方、本 BRT 事業の平均停留所間隔は、市街地で約 1km、郊外で約 3km に設定している。ただし、ホアラック工業団地及びベトナム国立大学地区においては、市街地同様に約 1km 間隔で BRT 停留所を配置し、ハノイ市街地からホアラック・ハイテクパーク内の主要な施設まで BRT で直接アクセスできるよう計画している。

一般の路線バスに比べて BRT 停留所の間隔は長いため、停留所までのアクセス性を高めることがより重要となる。BRT 停留所にバイク等の駐車を設け、パーク・アンド・ライドを可能とすることで、より広範囲からのアクセスができるよう配慮する。

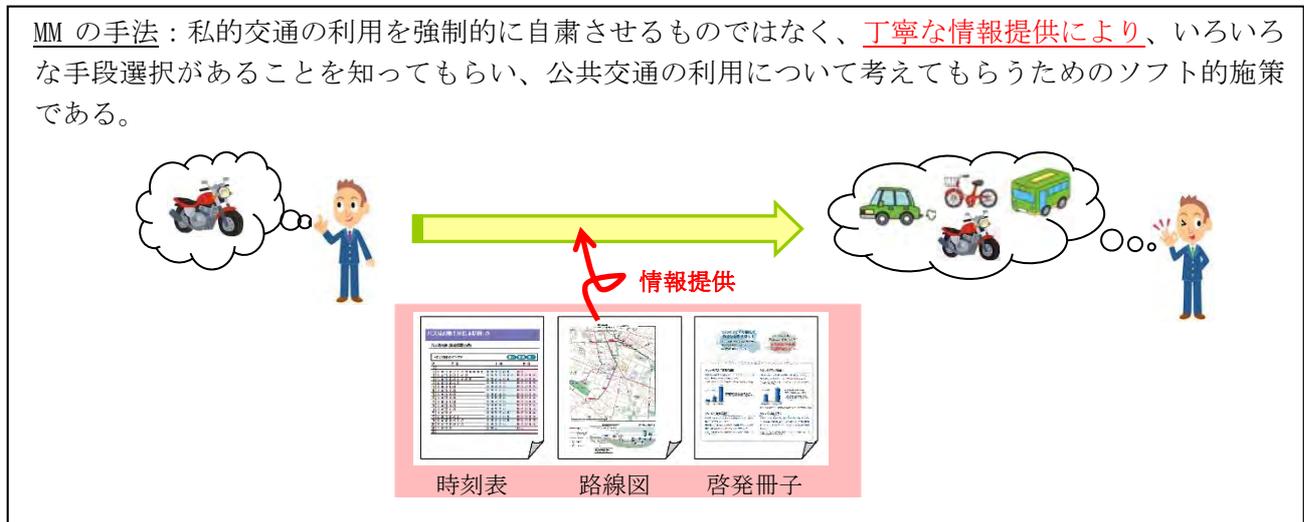
交通系 IC カードを活用すれば、たとえば、P&R 用駐車場の利用から一定時間以内に BRT に乗り換える場合は、乗り換え割引を適用するといったことも可能となる (P&R 乗換割引システム)。

なお、BRT 路線計画・施設計画の基本方針（5.2 参照）では、「将来の都市鉄道への転換を見据えて過度に高規格な施設は目指さない（基本方針1）」、「路線が廃線となっても施設が有効活用（転用）できうるよう計画する（基本方針2）」としている。本節で提案する P&R 用駐車場及び P&R 乗換割引システムは、BRT から都市鉄道に転換した場合でも有効活用できるものであり、基本方針に則っている。

9.1.6 私的交通から公共交通へのモーダルシフト促進への取り組み

ハノイ市では、都市鉄道や BRT の計画はあるものの、現時点において開業には至っていない。そのため、一般路線バス以外の定時定路線型公共交通を利用する習慣や文化が醸成されていない。こうした状況の中で本 BRT 事業を開始しても、私的交通から公共交通へのモーダルシフトはなかなか生じにくい懸念がある。こうした問題に対する有効な対策として、モビリティ・マネジメント（MM）がある。

MMは、使う側（利用者）の理解と意識高揚を図る地道な取り組みであるが、ハード整備や交通システムの新設・改良と組み合わせることにより、交通施策としての効果をより高めることができる。



出典：JICA 調査団

図 9.1.2 モビリティ・マネジメントのイメージ

MM 施策を通して、公共交通の良さを認識してもらい、複数の手段選択の中から自発的に公共交通を選択するようになることが目標である。こうした取り組みは、本 BRT 事業はもちろん、世界銀行 BRT1 号線や都市鉄道も含めた公共交通全体への波及効果も期待できる。なお、ビンズオン省では、JICA の技術協力プロジェクトの一環として本格的なモビリティ・マネジメント活動が実施されている。

9.1.7 交通安全の考慮

公共交通に必要な要素として、速達性、利便性、快適性等とともに、“安全性”が挙げられる。安全性という指標は、その整備効果が数字で表れにくいと、ともすると後回しにされがちだが、本 BRT 事業を継続していくためには極めて重要な要素である。ここでは、バス運行上の安全対策（運行管理）及びバス利用者の安全対策（利用者が BRT を利用する際の安全確保）について必要な取り組みを提案する。

バス運行上の安全対策としては、乗務員教育、乗務員管理、運行データの蓄積がある。日々の安全運行を確保するためには、乗務員の教育・研修等の充実が不可欠である。その上で、運行管理者による運行開始前及び運行終了後の点呼により、健康状態、飲酒状態、日常点検結果、気象・道路状況などを日々確認する。また、バスの運行状況（走行情報及び位置情報など）をデータ管理し、適切な運行指示を行うことも重要である。

バス運行上の安全対策として、BRT 路線上の安全管理も重要となる。特に、ベトナムの場合はオートバイ交通が卓越しており、交通ルールも遵守されていないことから、BRT 車線への不法な侵入を阻止するための対策を徹底させることも必要である。

バス利用者の安全対策の一つとして、BRT 停留所にアクセスする際の安全確保がある。本 BRT 事業では、BRT 専用線及び BRT 停留所を道路の中央分離帯に配置する計画としている。対象道路は交通量の多い幹線道路であることから、横断歩道での対応は避け、歩道橋または暗渠歩道（地下通路）によりアクセスできるような計画としている。

9.2 今後の課題

9.2.1 交通需要予測のベースとなる社会経済指標の見直し

本調査では、METROS で作成された交通データベースを利用したが、METROS 調査は全域を対象としたマスタープラン的な調査であり、対象コリドーについて詳細な検討が行われたものではない。その結果、ホアラック衛星都市からハノイ市内へ通勤・通学する需要が多く、郊外の住宅地域的な社会経済フレームになっている。当該衛星都市においては、今後学術研究都市の拠点になることが開発構想に位置付けられていることから、社会経済フレームにおいても、開発構想に沿ったものとなっている必要がある。F/S 調査においては、再度交通需要のベースとなる社会経済指標の見直しが求められる。

9.2.2 世界銀行 BRT1 号線での教訓を生かした技術的検討

建設中の世界銀行 BRT1 号線では、一般交通の混雑が非常に深刻になることから、当初想定されていた BRT 専用車線の設置が難しい状況にあるほか、平面交差点の通過に際して BRT 優先信号を導入したとしても一般交通の影響で混雑が予想されるなど、BRT としてのスムーズな運行が難しい状況にある。本 BRT 事業の技術的検討に当たっては、これらの教訓を踏まえ、現在の交通に対するインパクトを評価した上で関係機関との調整を図っているが、交差点での交通処理、市街地区間の交通管理などの問題が山積しており、BRT1 号線の開通後の問題についても、注視しておくことが肝要である。

9.2.3 交通結節点整備

公共交通のネットワークを形成させるためには、結節点の整備が重要となる。特に、現在建設中の都市鉄道や BRT1 号線、さらに既存のバス路線との結節をより具体的に検討する必要がある。また、新たな用地の取得も必要と思われることや、TOD との連携も含めた総合開発などについても、今後の課題である。

9.2.4 運賃制度と運賃管理

公共交通ネットワークの形成に伴い、乗換えを促進するための運賃制度の改革や徴収システム（IC カード）の整備を進めることも必要となる。現在、ハノイ市から JICA に対して「ハノイ公共交通 IC カード相互利用開発支援プロジェクト」や円借款による運賃管理センターの整備などに対する要請がなされているところであり、これらのプロジェクトとの連携が求められる。

9.2.5 一般路線バスの再編検討

ハノイ市交通マスタープランでは、都市鉄道や BRT の整備にあわせて、路線バスネットワークの見直しやフィーダーバスシステムを導入し、バス全体のサービス水準の向上及び利用者の利便性向上を図るとしている。JICA-HAIMUD2 で UMRT1 号線、2 号線沿線のバス路線の再編について検討されているほか、UMRT3 号線については、アジア開発銀行の技術協力プロジェクトで検討が行われることになっている。（しかし、現段階では承認までには至っていない）

本調査の検討路線には、タンロン道路に沿って既存バス路線が 2 路線あるほか、市中心部では複数の路線バスと結節することになる。そのため、詳細検討の際は、都市鉄道や BRT の基幹公共交通システムを補完する一般の路線バスの再編も併せて実施されなければならない。

なお、タンロン高速道路に沿った既存バス 2 路線は、本 BRT 事業とタンロン高速道路区間が競合するため、ホアラック以遠は分断してフィーダーバス化を図ることや、タンロン高速道路区間は側道で停留所間距離を短縮した鈍行運行から BRT への乗換促進を図るといった検討が必要である。また、各 BRT 停留所から周辺市街地へのフィーダーバスの新設も併せて検討すべきである。

9.2.6 運行管理体制の構築

世銀支援で建設中の BRT1 号線は、現在一般路線バスを運行している TRANSERCO が運行を行うことになっているが、運行管理センターは、キンマの総合公共交通管理センター内に設置されることになっている。そして、BRT 優先信号については、信号制御を担当する交通警察の交通管制センターで制御され、その情報がキンマの運行管理センターに共有される。IC カードによる運賃収受システムも、BRT 運行管理センターだけでなく、TRAMOC の運賃管理センターとも繋がれ一体的な管理を行う体制が作られている。本 BRT 事業についても、運行体制や関連システムについての詳細な検討が求められる。

9.2.7 都市開発の誘導

ハノイ～ホアラックコリドーにおける都市開発の促進、結節点を中心とした TOD 開発などは、BRT 事業の採算性を確保するために重要な課題である。JICA でもこれまで TOD 開発に係る技術的支援を実施してきたが、都市開発と交通インフラ整備の担当部局が異なるために、実現化に至っていないのが現状である。TOD 政策を進めるために何が求められているのか、何をしなければならないのか、さらなる課題の抽出が求められる。