

第 5 章 キガリ市における都市交通の現況

5.1 道路ネットワークと関連するインフラ

5.1.1 道路網

キガリの主要な道路網は放射道路で構成されており、国道 1 号 (RN1)、国道 3 号 (RN3)、国道 4 号 (RN4) 及び国道 5 号 (RN5) がある。

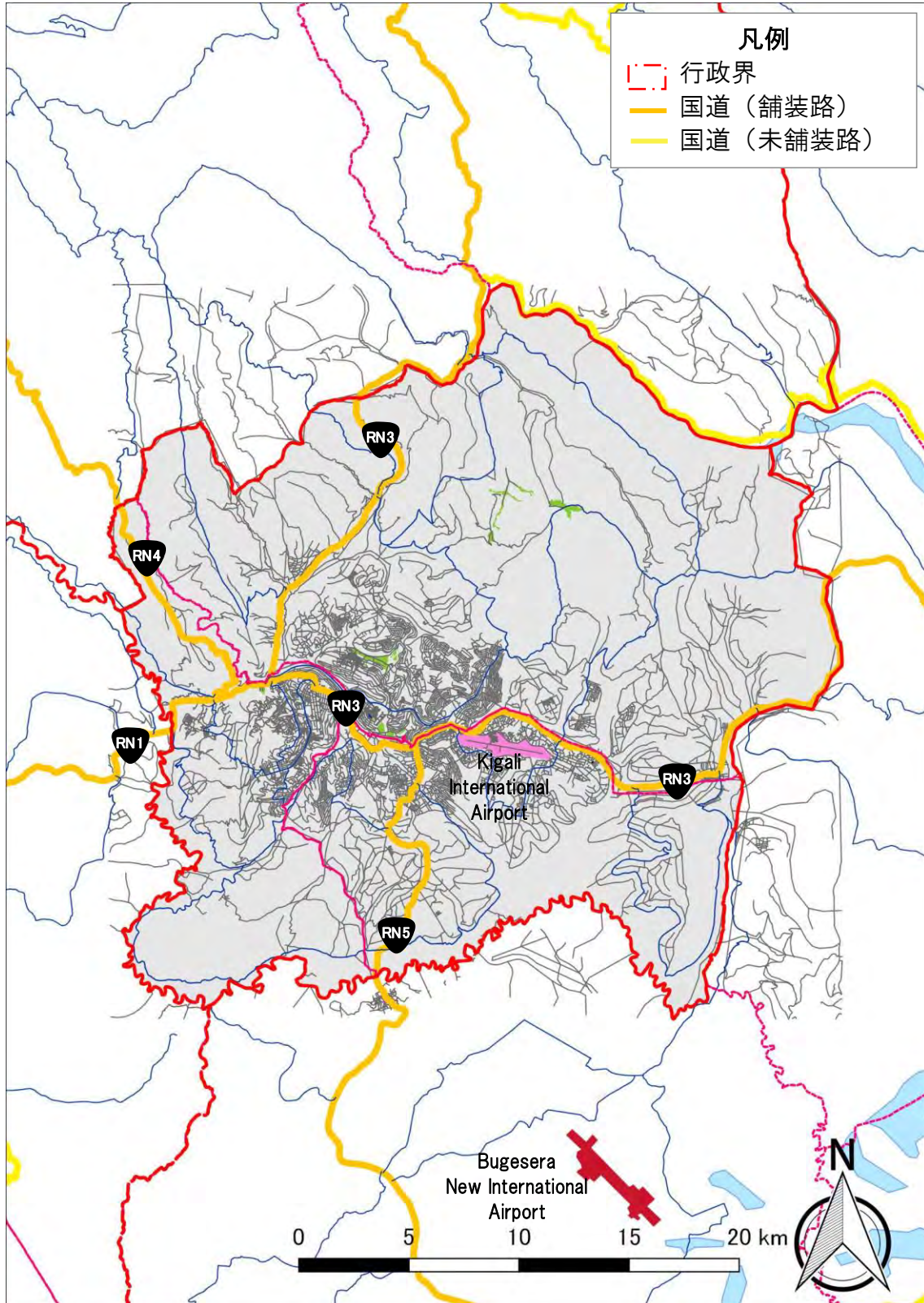
国道 1 号はキガリ市の西部の都市ブタレ (ブルンジ) に繋がる道路である。国道 3 号は、キガリ市の北部から市内の中心部を通り東側に抜けていく道路で、北部はウガンダと東部はタンザニアに通じている。国道 4 号は北西部の都市ルヘンゲリでコンゴ民主共和国に繋がる道路である。国道 5 号はキガリ市の南部の都市のブゲセラ / ブルンジに繋がる道路である。

キガリ市周辺における主要な道路網を下図に示す。

表 5.1.1: キガリ市内と周辺市での主要道路

道路種級	道路名	通過する主要都市	特記事項
National Highways	RN1	ブタレ (ブルンジ)	キガリ西部
	RN3	ビョンバ (ウガンダ)	キガリ北部
		ルワマンガン (タンザニア)	キガリ東部
	RN4	ルヘンゲリ (ダルエスサラーム)	キガリ北西部
	RN5	ブゲセラ (ブルンジ)	キガリ南部

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 5.1.1: キガリ市内の主要道路

5.1.2 道路分類

ルワンダ政府はルワンダで道路を管理する法律を制定するために、23/01/2012 の官報第 04 号を公表した。道路網は以下の分類となっている。

(1) 国道

国道は、以下のカテゴリで構成されている。

- ルワンダと周辺諸国とをつなぐ国際道路。
- 地区をつなぐ道路または地区とキガリ市を結ぶ道路。
- 重要な観光地と港や空港などの国内または国際的に重要な施設を結ぶ道路。

(2) 地方道路とキガリ市道路とその他都市道路 – クラス 1

- クラス 1 道路は、同じ区域内の異なるセクターの本部、または同じセクター内で使用される道路を結ぶ道路である。

(3) 地方道路とキガリ市道路とその他都市道路 – クラス 2

- クラス 2 道路は、地方のコミュニティセンターを繋ぐ主要な地方道路である。

(4) 特定道路

- 特定道路は、農業生産、天然資源処理、観光地などの民間部門の活動のために、キガリ市および他の都市部の中心部への国道または地方道を接続するために建設されている。

5.1.3 道路の整備状況

(1) ルワンダ国全体

ルワンダにおける舗装された国道の延長は2010年の1,205 kmから2016年には1,355 kmに増加した。未舗装道路は2013年をピークに減少している。

表 5.1.2: ルワンダにおける道路種級

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
National paved road (km)	1,205	1,205	1,224	1,211	1,291	1,279	1,355
National and districts earth roads (km)	3,493	3,493	3,474	5,386	5,289	5,298	5,212
District paved road Class 1 (km)				58	75	78	88
合計 (km)	4,698	4,698	4,698	6,655	6,655	6,655	6,655

出典: Statistical Year book 2017, ルワンダ統計局

(2) キガリ市

キガリ市の現在の道路ネットワークは総延長 2,851km であり、舗装道路延長は 16% である。

キガリ市は、国道によって、ルワンダの他の地域ならびに国境へとつながっている。中心市街地は、舗装された道路により放射状のネットワークの中心を形成しており、キガリ市と周辺諸国のコンゴ民主共和国、ブルンジ、タンザニア、ウガンダなどをつないでいる。

2,400km が未舗装であり、これらの未舗装道路は、雨季には雨水浸食に晒され、乾季には周辺地域に土埃を供するのが現状である。

表 5.1.3: 2018 年のキガリ市における道路種別の延長

Earth Road	Asphalt Pavement Road	Concrete Pavement Road
2,400km	428km	23km

出典: JICA 調査団がキガリ市役所から聞き取った結果をもとに作成



出典: JICA 調査団がキガリ市役所から聞き取った結果をもとに作成

図 5.1.2: キガリ市内の道路状況

5.1.4 交通関連のデータ

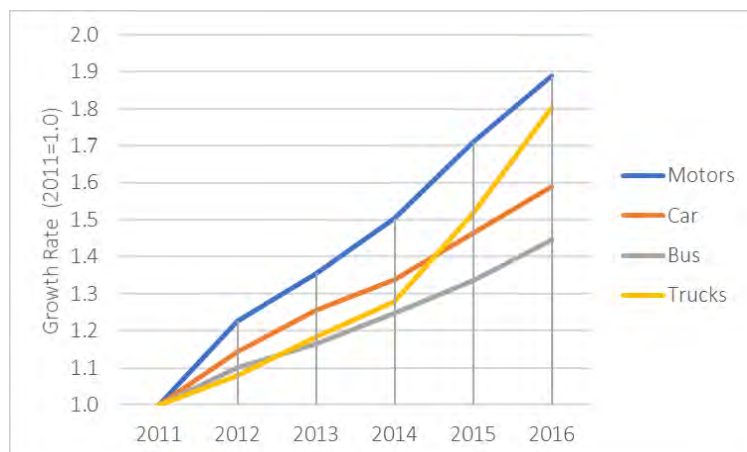
(1) 自動車登録台数

ルワンダの車両登録台数は年々増加しており、2016 年は 18 万台以上となっている。2011 年からの伸び率は二輪車が最も大きい。2015 年以降、トラックの伸び率が高く、物流量が増加していることがうかがえる。

表 5.1.4: 車種別の自動車登録台数

車種分類	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Motorcycle	49,718	60,980	67,382	74,774	85,072	93,866
Car	45,671	52,191	57,358	61,167	66,916	72,617
Bus	5,597	6,164	6,527	6,980	7,473	8,092
Trucks	3,994	4,206	4,726	5,115	6,066	7,201
Others	565	702	831	976	1,366	1,927
Total	105,545	124,343	136,824	149,012	166,893	183,703

出典: Statistical Yearbook 2017, ルワンダ統計局



出典: Statistical Yearbook 2017 をもとに JICA 調査団で作成

図 5.1.3: 自動車登録台数の成長率

5.2 公共交通

キガリの公共交通は下表に示すバス、タクシー、バイクタクシー、自転車タクシーが存在する。

表 5.2.1: キガリ市内の公共交通

バス	タクシー
	
バイクタクシー	自転車タクシー
	

出典: JICA 調査団

5.2.1 公共交通に関する規制

法律第 09/13 号 (2013 年 1 月 3 日) は、ルワンダ公共規制局 (Rwanda Utility and Regulatory Authority : RURA) に、道路サービスと内陸水路による物および人の輸送サービスを規制する任務を与えている。

公共交通については、RURA は Passengers Road Transport Regulations (RURA, 2015) を策定しており、この中でバスへの車両追跡装置の搭載を義務付けている。車両追跡装置によりバスの速度や現在地を確認することができ、速度が 60km/h 以上にならないように監視している。

また、バスの運営を委託しているバス会社には、毎週金曜日にバスの運行ルートと各ルートに配置する台数を報告させている。RURA は十分なサービスレベルとなっているか監督している。

5.2.2 バス

(1) 公共交通の運行ゾーン

キガリ市は 4 つの公共交通ゾーンに分けられている。ゾーン 1 は KBS (Kigali Bus Service : KBS), ゾーン 2 は Royal Express, ゾーン 3 とゾーン 4 は RFTC (Rwanda Federation Transport Cooperatives : RFTC) が運営している。3 つのバス会社がそれぞれのゾーンにおける 5 年間のバス運用ライセンスを落札している。

表 5.2.2: 4 つの公共交通の運行ゾーン

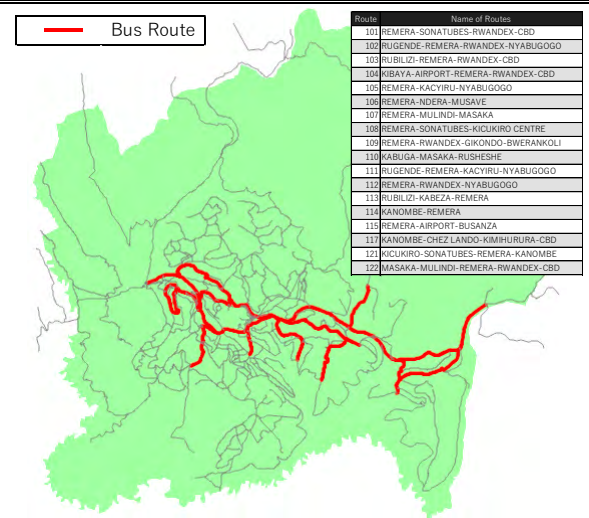
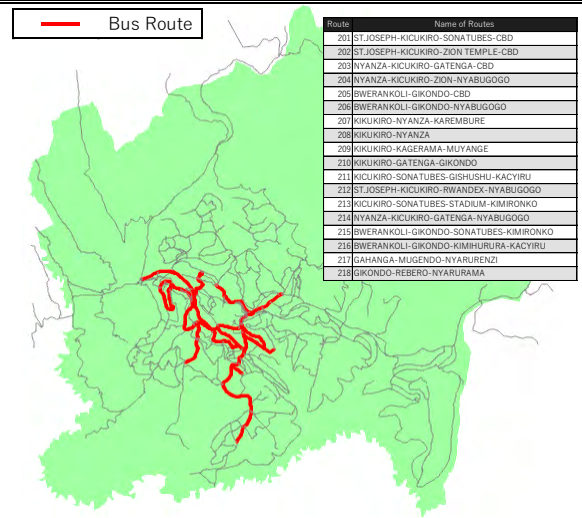
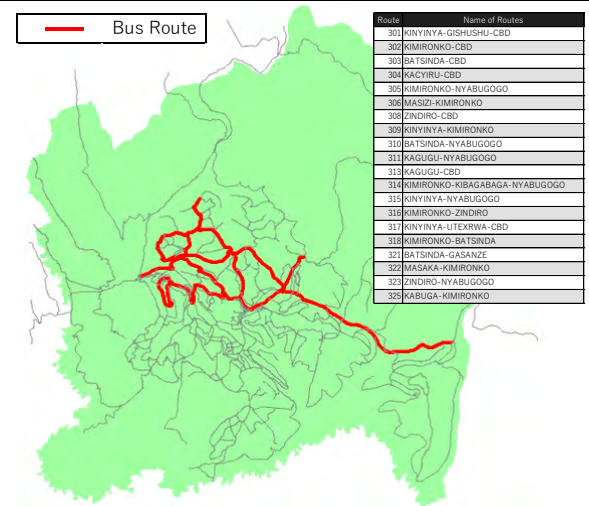
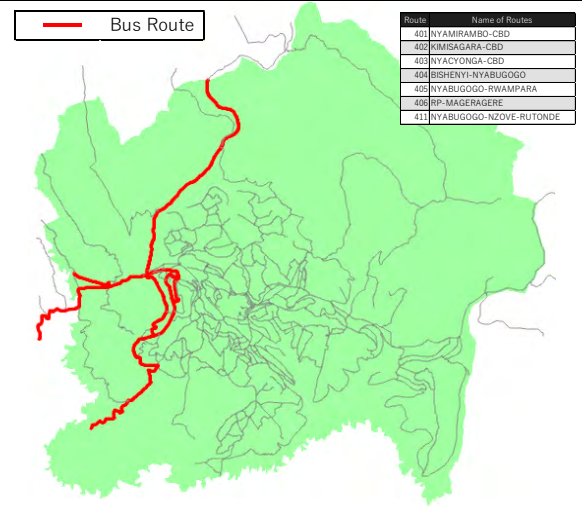
Zone	会社名	対象範囲
Zone I	KBS: Kigali Bus Service	Remera, Kanombe, Kabeza, Nyarugunga, Rusororo (Kabuga), Masaka, and Ndera Sectors
Zone II	Royal Express	Niboye, Kicukiro (Sonatubes, Centre), Gahanga, Gatenga, Gikondo and Kigarama.
Zone III	RFTC: Rwanda Federation Transport Cooperatives	Kimironko, Kinyinya (Kagugu & Dutchwelle), Gisozi, Kacyiru, New Gakinjoro, Batsinda, Kibagabaga, Kimihurura, Nyarutarama
Zone IV		Kimisagara, Nyakabanda, Nyamirambo, Mageragere, Kigali, Gatsata, Karuruma, Jabana, Nyacyonga

出典：キガリ市

(2) バスルート

いずれのバス運行会社もバスルート図は作成していない。JICA 調査団が作成したゾーン別のルート図を下表に示す。ゾーン 1 は 18 ルート、ゾーン 2 は 18 ルート、ゾーン 3 は 20 ルート、ゾーン 4 は 7 ルートが設定されている。時刻表も発行されていないことから、バス利用者はいつ到着するか定かでないバスを待つこととなる。

表 5.2.3: バスルート

Zone I (KBS) : 18 バス路線	Zone II (Royal Express) : 18 バス路線																																																																												
 <table border="1" data-bbox="550 593 782 862"> <thead> <tr> <th>Route</th> <th>Name of Routes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>101</td><td>REMERA-SONATUBES-RWANDEK-CBD</td></tr> <tr><td>102</td><td>RUGENDE-REMERA-RWANDEK-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>103</td><td>RUBILIZI-REMERA-RWANDEK-CBD</td></tr> <tr><td>104</td><td>KIBAYA-AIRPORT-REMERA-RWANDEK-CBD</td></tr> <tr><td>105</td><td>REMERA-KACYIRU-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>106</td><td>REMERA-NDERA-MUSAVE</td></tr> <tr><td>107</td><td>REMERA-MULINDI-MASAKA</td></tr> <tr><td>108</td><td>REMERA-SONATUBES-ICUMIRO CENTRE</td></tr> <tr><td>109</td><td>REMERA-RWANDEK-GIKONDO-SWERANKOLI</td></tr> <tr><td>110</td><td>KABUGA-MASAKA-RUSHESHE</td></tr> <tr><td>111</td><td>RUGENDE-REMERA-KACYIRU-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>112</td><td>REMERA-RWANDEK-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>113</td><td>RUBILIZI-KABEZA-REMERA</td></tr> <tr><td>114</td><td>KANOMBE-REMERA</td></tr> <tr><td>115</td><td>REMERA-AIRPORT-BUSANZA</td></tr> <tr><td>116</td><td>KANOMBE-CHEZ LANDO-KIMHURURA-CBD</td></tr> <tr><td>121</td><td>KIKUKIRO-SONATUBES-REMERA-KANOMBE</td></tr> <tr><td>122</td><td>MASAKA-MULINDI-REMERA-RWANDEK-CBD</td></tr> </tbody> </table>	Route	Name of Routes	101	REMERA-SONATUBES-RWANDEK-CBD	102	RUGENDE-REMERA-RWANDEK-NYABUGOGO	103	RUBILIZI-REMERA-RWANDEK-CBD	104	KIBAYA-AIRPORT-REMERA-RWANDEK-CBD	105	REMERA-KACYIRU-NYABUGOGO	106	REMERA-NDERA-MUSAVE	107	REMERA-MULINDI-MASAKA	108	REMERA-SONATUBES-ICUMIRO CENTRE	109	REMERA-RWANDEK-GIKONDO-SWERANKOLI	110	KABUGA-MASAKA-RUSHESHE	111	RUGENDE-REMERA-KACYIRU-NYABUGOGO	112	REMERA-RWANDEK-NYABUGOGO	113	RUBILIZI-KABEZA-REMERA	114	KANOMBE-REMERA	115	REMERA-AIRPORT-BUSANZA	116	KANOMBE-CHEZ LANDO-KIMHURURA-CBD	121	KIKUKIRO-SONATUBES-REMERA-KANOMBE	122	MASAKA-MULINDI-REMERA-RWANDEK-CBD	 <table border="1" data-bbox="1125 593 1380 862"> <thead> <tr> <th>Route</th> <th>Name of Routes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>201</td><td>ST.JOSEPH-KIKUKIRO-SONATUBES-CBD</td></tr> <tr><td>202</td><td>ST.JOSEPH-KIKUKIRO-ZION TEMPLE-CBD</td></tr> <tr><td>203</td><td>NYANZA-KIKUKIRO-GATENGA-CBD</td></tr> <tr><td>204</td><td>NYANZA-KIKUKIRO-ZION NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>205</td><td>SWERANKOLI-GIKONDO-CBD</td></tr> <tr><td>206</td><td>SWERANKOLI-GIKONDO-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>207</td><td>KIKUKIRO-NYANZA-KAREMBURE</td></tr> <tr><td>208</td><td>KIKUKIRO-NYANZA</td></tr> <tr><td>209</td><td>KIKUKIRO-KAGERAMA-MUYANGE</td></tr> <tr><td>210</td><td>KIKUKIRO-GATENGA-GIKONDO</td></tr> <tr><td>211</td><td>KIKUKIRO-SONATUBES-BISHISHU-KACYIRU</td></tr> <tr><td>212</td><td>ST.JOSEPH-KIKUKIRO-RWANDEK-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>213</td><td>KIKUKIRO-SONATUBES-STADIUM-KIMIRONKO</td></tr> <tr><td>214</td><td>NYANZA-KIKUKIRO-GATENGA-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>215</td><td>SWERANKOLI-GIKONDO-SONATUBES-KIMIRONKO</td></tr> <tr><td>216</td><td>SWERANKOLI-GIKONDO-KIMHURURA-KACYIRU</td></tr> <tr><td>217</td><td>GAHANGA-MUGENDO-NYARURENZI</td></tr> <tr><td>218</td><td>GIKONDO-REBENO-NYARURAMA</td></tr> </tbody> </table>	Route	Name of Routes	201	ST.JOSEPH-KIKUKIRO-SONATUBES-CBD	202	ST.JOSEPH-KIKUKIRO-ZION TEMPLE-CBD	203	NYANZA-KIKUKIRO-GATENGA-CBD	204	NYANZA-KIKUKIRO-ZION NYABUGOGO	205	SWERANKOLI-GIKONDO-CBD	206	SWERANKOLI-GIKONDO-NYABUGOGO	207	KIKUKIRO-NYANZA-KAREMBURE	208	KIKUKIRO-NYANZA	209	KIKUKIRO-KAGERAMA-MUYANGE	210	KIKUKIRO-GATENGA-GIKONDO	211	KIKUKIRO-SONATUBES-BISHISHU-KACYIRU	212	ST.JOSEPH-KIKUKIRO-RWANDEK-NYABUGOGO	213	KIKUKIRO-SONATUBES-STADIUM-KIMIRONKO	214	NYANZA-KIKUKIRO-GATENGA-NYABUGOGO	215	SWERANKOLI-GIKONDO-SONATUBES-KIMIRONKO	216	SWERANKOLI-GIKONDO-KIMHURURA-KACYIRU	217	GAHANGA-MUGENDO-NYARURENZI	218	GIKONDO-REBENO-NYARURAMA
Route	Name of Routes																																																																												
101	REMERA-SONATUBES-RWANDEK-CBD																																																																												
102	RUGENDE-REMERA-RWANDEK-NYABUGOGO																																																																												
103	RUBILIZI-REMERA-RWANDEK-CBD																																																																												
104	KIBAYA-AIRPORT-REMERA-RWANDEK-CBD																																																																												
105	REMERA-KACYIRU-NYABUGOGO																																																																												
106	REMERA-NDERA-MUSAVE																																																																												
107	REMERA-MULINDI-MASAKA																																																																												
108	REMERA-SONATUBES-ICUMIRO CENTRE																																																																												
109	REMERA-RWANDEK-GIKONDO-SWERANKOLI																																																																												
110	KABUGA-MASAKA-RUSHESHE																																																																												
111	RUGENDE-REMERA-KACYIRU-NYABUGOGO																																																																												
112	REMERA-RWANDEK-NYABUGOGO																																																																												
113	RUBILIZI-KABEZA-REMERA																																																																												
114	KANOMBE-REMERA																																																																												
115	REMERA-AIRPORT-BUSANZA																																																																												
116	KANOMBE-CHEZ LANDO-KIMHURURA-CBD																																																																												
121	KIKUKIRO-SONATUBES-REMERA-KANOMBE																																																																												
122	MASAKA-MULINDI-REMERA-RWANDEK-CBD																																																																												
Route	Name of Routes																																																																												
201	ST.JOSEPH-KIKUKIRO-SONATUBES-CBD																																																																												
202	ST.JOSEPH-KIKUKIRO-ZION TEMPLE-CBD																																																																												
203	NYANZA-KIKUKIRO-GATENGA-CBD																																																																												
204	NYANZA-KIKUKIRO-ZION NYABUGOGO																																																																												
205	SWERANKOLI-GIKONDO-CBD																																																																												
206	SWERANKOLI-GIKONDO-NYABUGOGO																																																																												
207	KIKUKIRO-NYANZA-KAREMBURE																																																																												
208	KIKUKIRO-NYANZA																																																																												
209	KIKUKIRO-KAGERAMA-MUYANGE																																																																												
210	KIKUKIRO-GATENGA-GIKONDO																																																																												
211	KIKUKIRO-SONATUBES-BISHISHU-KACYIRU																																																																												
212	ST.JOSEPH-KIKUKIRO-RWANDEK-NYABUGOGO																																																																												
213	KIKUKIRO-SONATUBES-STADIUM-KIMIRONKO																																																																												
214	NYANZA-KIKUKIRO-GATENGA-NYABUGOGO																																																																												
215	SWERANKOLI-GIKONDO-SONATUBES-KIMIRONKO																																																																												
216	SWERANKOLI-GIKONDO-KIMHURURA-KACYIRU																																																																												
217	GAHANGA-MUGENDO-NYARURENZI																																																																												
218	GIKONDO-REBENO-NYARURAMA																																																																												
Zone III (RFTC) : 20 バス路線	Zone IV (RFTC) : 7 バス路線																																																																												
 <table border="1" data-bbox="550 1153 782 1444"> <thead> <tr> <th>Route</th> <th>Name of Routes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>301</td><td>KINYINYA-GISHUSHU-CBD</td></tr> <tr><td>302</td><td>KIMIRONKO-CBD</td></tr> <tr><td>303</td><td>BATSINDA-CBD</td></tr> <tr><td>304</td><td>KACYIRU-CBD</td></tr> <tr><td>305</td><td>KIMIRONKO-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>306</td><td>MASIZI-KIMIRONKO</td></tr> <tr><td>308</td><td>ZINDIRO-CBD</td></tr> <tr><td>309</td><td>KINYINYA-KIMIRONKO</td></tr> <tr><td>310</td><td>BATSINDA-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>311</td><td>KAGUGU-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>313</td><td>KAGUGU-CBD</td></tr> <tr><td>314</td><td>KIMIRONKO-KIBAGABAGA-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>315</td><td>KINYINYA-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>316</td><td>KIMIRONKO-ZINDIRO</td></tr> <tr><td>317</td><td>KINYINYA-UTEXRWA-CBD</td></tr> <tr><td>318</td><td>KIMIRONKO-BATSINDA</td></tr> <tr><td>321</td><td>BATSINDA-GASANZE</td></tr> <tr><td>322</td><td>MASAKA-KIMIRONKO</td></tr> <tr><td>323</td><td>ZINDIRO-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>324</td><td>KABUGA-KIMIRONKO</td></tr> </tbody> </table>	Route	Name of Routes	301	KINYINYA-GISHUSHU-CBD	302	KIMIRONKO-CBD	303	BATSINDA-CBD	304	KACYIRU-CBD	305	KIMIRONKO-NYABUGOGO	306	MASIZI-KIMIRONKO	308	ZINDIRO-CBD	309	KINYINYA-KIMIRONKO	310	BATSINDA-NYABUGOGO	311	KAGUGU-NYABUGOGO	313	KAGUGU-CBD	314	KIMIRONKO-KIBAGABAGA-NYABUGOGO	315	KINYINYA-NYABUGOGO	316	KIMIRONKO-ZINDIRO	317	KINYINYA-UTEXRWA-CBD	318	KIMIRONKO-BATSINDA	321	BATSINDA-GASANZE	322	MASAKA-KIMIRONKO	323	ZINDIRO-NYABUGOGO	324	KABUGA-KIMIRONKO	 <table border="1" data-bbox="1204 1153 1380 1276"> <thead> <tr> <th>Route</th> <th>Name of Routes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>400</td><td>NYAMIRAMBO-CBD</td></tr> <tr><td>402</td><td>KIMISAGARA-CBD</td></tr> <tr><td>403</td><td>NYACYONGA-CBD</td></tr> <tr><td>404</td><td>BISHENYI-NYABUGOGO</td></tr> <tr><td>405</td><td>NYABUGOGO-RWAMPARA</td></tr> <tr><td>406</td><td>RP-MAGERAGERE</td></tr> <tr><td>411</td><td>NYABUGOGO-NZOVE-RUTONDE</td></tr> </tbody> </table>	Route	Name of Routes	400	NYAMIRAMBO-CBD	402	KIMISAGARA-CBD	403	NYACYONGA-CBD	404	BISHENYI-NYABUGOGO	405	NYABUGOGO-RWAMPARA	406	RP-MAGERAGERE	411	NYABUGOGO-NZOVE-RUTONDE																		
Route	Name of Routes																																																																												
301	KINYINYA-GISHUSHU-CBD																																																																												
302	KIMIRONKO-CBD																																																																												
303	BATSINDA-CBD																																																																												
304	KACYIRU-CBD																																																																												
305	KIMIRONKO-NYABUGOGO																																																																												
306	MASIZI-KIMIRONKO																																																																												
308	ZINDIRO-CBD																																																																												
309	KINYINYA-KIMIRONKO																																																																												
310	BATSINDA-NYABUGOGO																																																																												
311	KAGUGU-NYABUGOGO																																																																												
313	KAGUGU-CBD																																																																												
314	KIMIRONKO-KIBAGABAGA-NYABUGOGO																																																																												
315	KINYINYA-NYABUGOGO																																																																												
316	KIMIRONKO-ZINDIRO																																																																												
317	KINYINYA-UTEXRWA-CBD																																																																												
318	KIMIRONKO-BATSINDA																																																																												
321	BATSINDA-GASANZE																																																																												
322	MASAKA-KIMIRONKO																																																																												
323	ZINDIRO-NYABUGOGO																																																																												
324	KABUGA-KIMIRONKO																																																																												
Route	Name of Routes																																																																												
400	NYAMIRAMBO-CBD																																																																												
402	KIMISAGARA-CBD																																																																												
403	NYACYONGA-CBD																																																																												
404	BISHENYI-NYABUGOGO																																																																												
405	NYABUGOGO-RWAMPARA																																																																												
406	RP-MAGERAGERE																																																																												
411	NYABUGOGO-NZOVE-RUTONDE																																																																												

出典：JICA 調査団

(3) バス運行会社

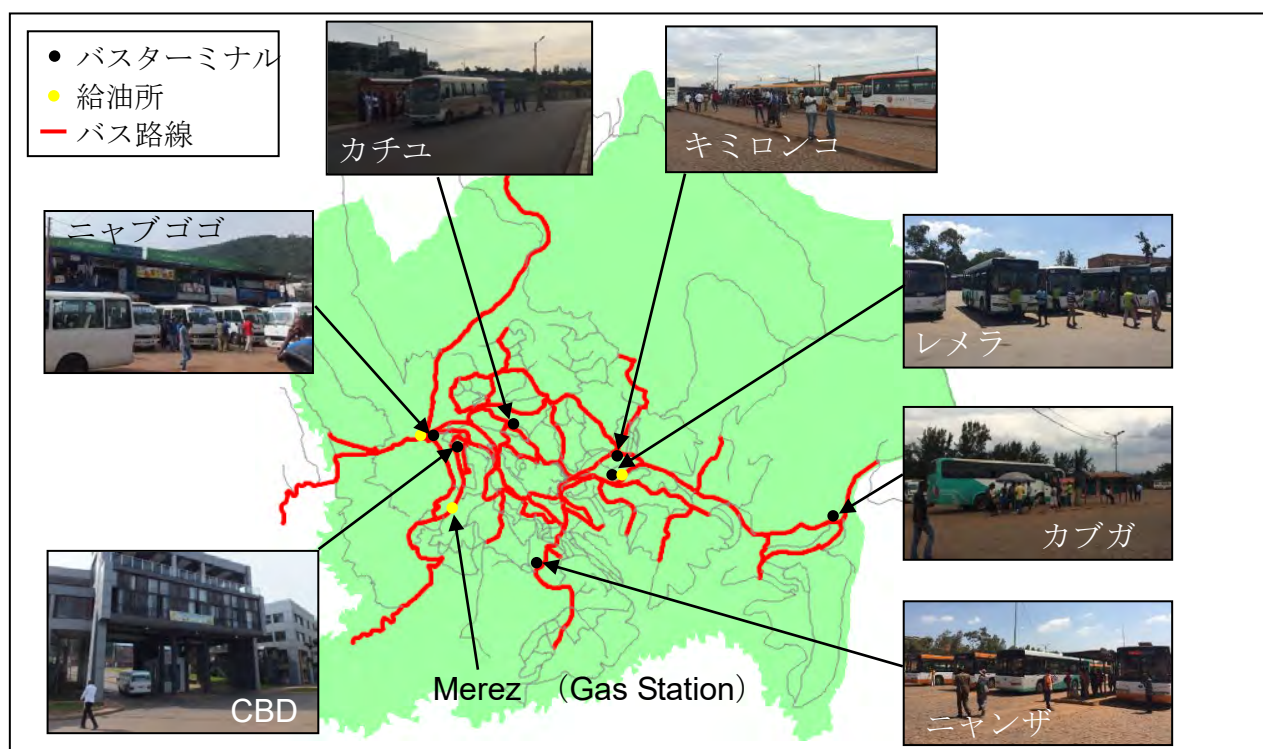
下表にバス事業者へのヒアリング調査から得られた会社概要の比較表を示す。最も規模が大きいのは RFTC となっており、バスは他社の 5 倍程度所有しており労働環境もよい。

表 5.2.4: バス運行会社の概要

	KBS	RFTC
Company form	2006 年に設立されたバス会社	2013 年にドライバーやバスオーナーによる 12 の協同組合と 4 つのユニオンにより設立されたバス会社
The number of Bus Driver	- 121 運転手	- 514 運転手
The number of Bus	- 115 バス (82 buses are working)	- 270 バス (Smart card: 257, Manual: 13)
Bus Driver Working System	- 3 days cycle (2 days work / 1 days off)	- 4 days cycle (2 days work / 2 days off)
Salary of Bus Driver	- Net: 179,600 Rwf / month - Gross: 254,000 Rwf / month	- Coaster: 147,000Rwf / month - Big bus: 166,000Rwf / month - Bonus payment according to target achievement
Bus Operation Time	from 5:30 to 23:00	from 4:30 to 23:00

出典： JICA 調査団

下図に主なバスターミナルおよび給油所を示す。7 か所のバスターミナルと 3 か所の給油所が存在する。これらのバスターミナルに対して RFTC (JALI 不動産会社) が投資をしており、現在、ルワンダの 80% のバスターミナルは RFTC の所有となっている。



出典： JICA 調査団

図 5.2.1: 主なバスターミナル

(4) E-チケットシステム

バスの乗客は、スマートカードを利用してバスに乗車する。スマートカードはバスデポの売店で購入することができる。RWF 500 がチャージされたスマートカードが RWF 1000 で販売されている。チャージ分を使い切った場合、バスデポの売店でチャージする必要がある。バスに乗る際はスマートカード読み取り専用機にかざして料金を支払う。

ルワンダ政府とバス事業者の協力の下、AC Group がスマートカードとその読み取り機を開発した。AC Group は日本の DMM グループの傘下であり、システムを提供する事業者である。これまでバス事業者は、現金による料金收受を行っていたため、乗務員を雇う必要があったが、乗務員が不正に収入を抜き取ることが問題となっていた。その対策として、バス事業者はスマートカードによる自動支払いシステムを導入した。これによりバスオーナーの収入は 50%増加したと報告されている。AC Group は、各バスの総収入の 5%を手数料として徴収している。



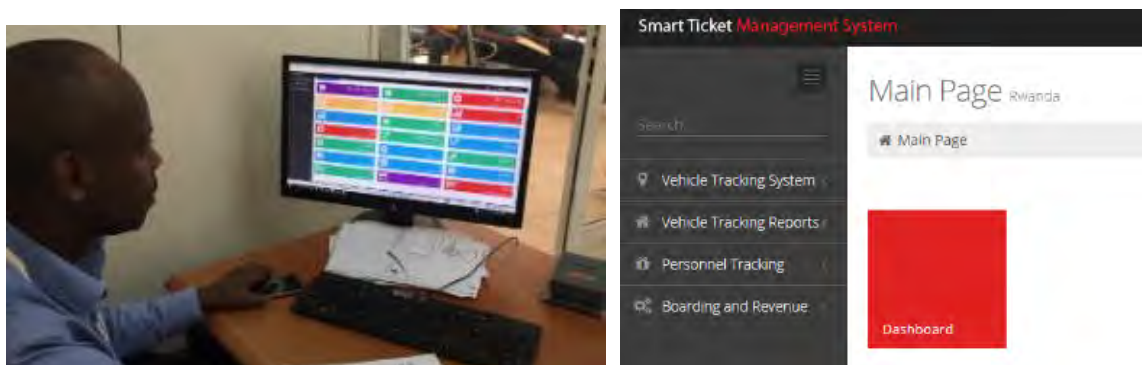
出典：JICA 調査団

図 5.2.2: E-チケットシステム

(5) バス運行管理システム Smart Ticket Management System

RURA では Smart Ticket Management System を用いて、バスの位置情報および、車両ごとと路線ごとの乗客数、料金収受額を管理している。ただし、バス路線の更新に合わせたシステムの更新は行われていない。そのため、正確なデータの把握はできない。

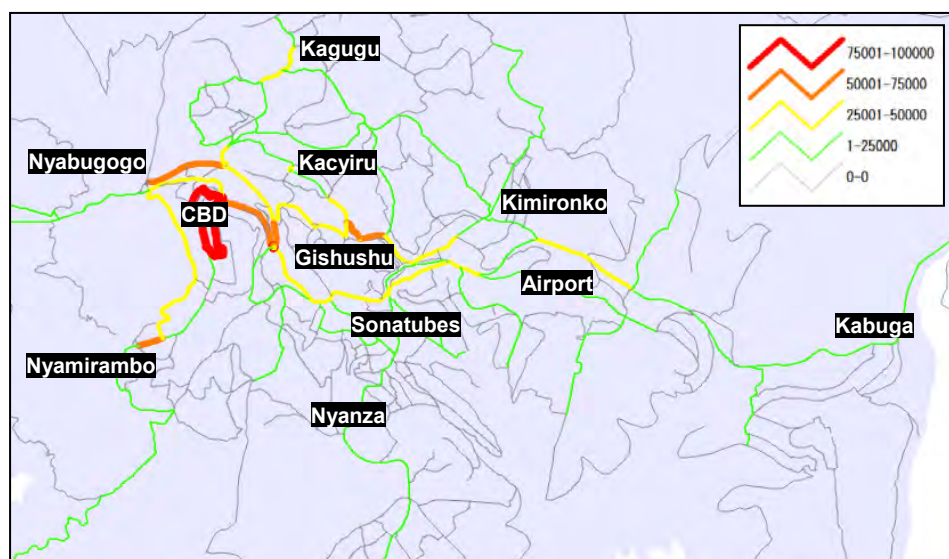
Smart Ticket Management System はトルコの Akilli Bilet 社が開発したシステムであり、AC Group と Akilli Bilet 社の共同でシステムを導入している。



出典：JICA 調査団

図 5.2.3: Smart Ticket Management System (RURA Transport にて撮影)

RURA から提供された Smart Ticket Management System の路線別乗客データを地図上に落とした結果を下図に示す（JICA 調査団作成）。バス乗客は CBD に集中している。CBD へのアクセス道路もバス乗客が多いが、地方部は少ない。



出典： JICA 調査団

図 5.2.4: 1日のバス乗客数 (Unit: people / day)

5.2.3 BRT

キガリ市においては、現状、公共交通の需要に対して供給が追いついておらず、バスターミナル等ではバス待ちの乗客が長い列をつくっている。将来の人口増加とともに移動の需要も増大するなかで、持続可能な都市開発を行う必要がある。

そのような中、キガリ市の持続的な発展を担う一方策として、BRT (Bus Rapid Transit) が計画されている。BRT 計画の主な目的は、①公共交通機関へのアクセスの改善、②旅行時間の短縮、③大気汚染の抑制、④快適性、安全性の向上、⑤人口の集約の 5 点である。

1) BRT 整備計画

キガリ市マスタープラン (Cok 2013) やキガリ市交通マスタープラン (CoK 2013) において、BRT について提案されている。

現在は、キガリ市がフィージビリティスタディを実施しているところであり、Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City of Kigali SECOND INTERIM REPORT (by Spea Engineering S.p.A.) が提出されている

表 5.2.5: BRT 整備計画の概要

計画名	概要
キガリ市マスタープラン (Cok 2013)	- キガリ市における 2040 年までの人口予測等を踏まえた今後の都市計画に関する指針 - 約 97km の BRT ネットワークを構築する計画が記載されている。
キガリ市交通マスタープラン (CoK 2013)	- キガリ市における 2040 年までの道路ネットワークや公共交通、空港等の交通に関する計画 - BRT の計画路線が示されている。
キガリ市都市開発マスタープラン (Cok 2013)	- キガリ市における 2013 年から 2018 年までの開発計画。 - 2017 年から 2018 年までに 17km の BRT の路線を整備することが示されている。
Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit (BRT) System for the City of Kigali. (Cok 2017~)	- BRT システムに関する設計概念やルートの計画、適用範囲、採算性について検討している。

出典： JICA 調査団

2) BRT の設計コンセプト

急勾配による接続部の負荷が大きくなるため、接続バスは推奨されていない。12m、13.2m、15m のバスの車両規格の導入が推奨されている。



出典: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City

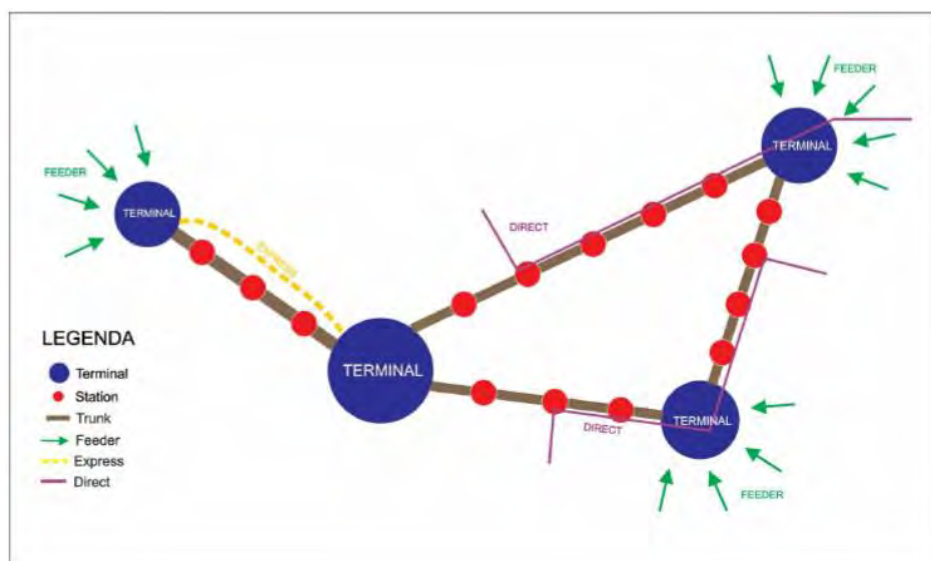
図 5.2.5: 提案されている BRT の車両寸法

キガリ市における最適なバスネットワークを構築するため、以下の路線の設計概念が示されている。

表 5.2.6: BRT 路線の設計コンセプト

路線	内容
基幹路線	- 主要幹線道路上を運行し、バス専用レーンを設けることが望ましい路線で、主要拠点間を連絡するために運行する路線
支線	- 地方のユーザーを乗継ターミナルまで輸送するために運行する路線 - 小さな車両規格で運行することが望ましい路線
直行便	- 地方と都市内の区別なく運行する路線で、需要が高いもの、乗継なくユーザーを輸送するために運行する路線 - これらの運行で乗継を最小限に抑えることが可能
急行便	- 行き来の多い OD 間を結ぶために運行する路線 - 目的地間を最速で移動することを目的とし、必ずしも専用レーン上を運行するものでなくてもよい
通常路線	- バスのカバー圏域を確保するため、通常の道路を通常の頻度で運行する路線

出典： JICA 調査団



出典: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City

図 5.2.6: BRT 路線網の設計コンセプト

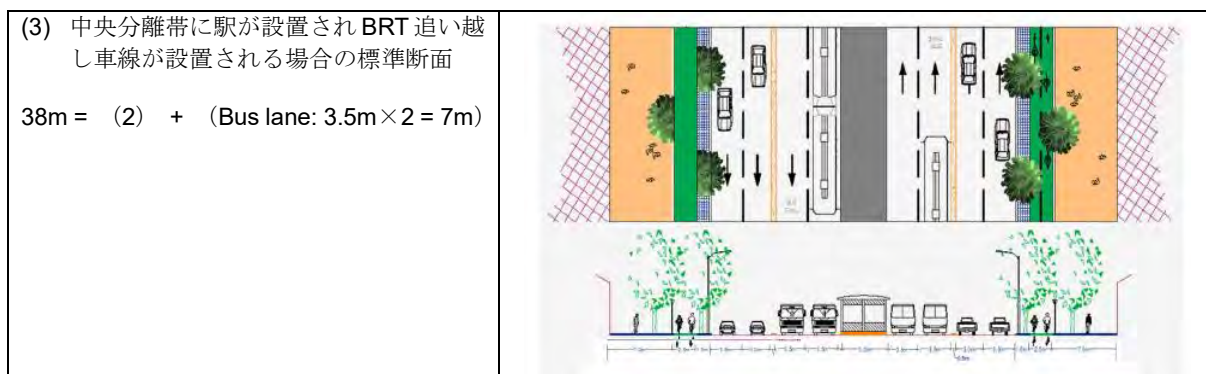
3) BRT 路線の道路構造物

BRT の路線は道路の中央レーンとすることが計画されている。

運用するに当たり (1) 道路幅員は 26m が最低限必要であり、(2) 駅を設置する場合は 31m、(3) 駅に追い越しレーンを設置する場合は 38m が必要としている。

表 5.2.7: BRT レーンのレイアウト

Types	Cross Sections
(1) 駅がない場所での標準断面 26m = (Bus lane: 3.5m * 2 = 7m) + (2lane: 7m * 2 = 14 m) + (sidewalk: 2.5m * 2 = 5m)	
(2) 中央分離帯に駅が設置され BRT 片側 1 車線の場合の標準断面 31m = (1) + (Station: 5m)	



出典: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City of Kigali (SECOND INTERIM REPORT)

4) BRT の料金収受システム

現在のバスの料金は距離に基づいて設定されているため、BRT における料金設定も距離に基づいたものが提案されている。

運賃は下記の計算式に基づく。段階的に原単位を変更することを提案している。

$$\text{Fare} = (100 + k * \text{distance}) \text{ RWF}$$

表 5.2.8: BRT の料金収受システム




Distance (km)	Fare = (100 + k * d) RWF			
	2025 20 RWF/km	2030 22 RWF/km	2040 26 RWF/km	2050 30 RWF/km
5	200	210	230	250
10	300	320	360	400
15	400	430	490	550
20	500	540	620	700
25	600	650	750	850
30	700	760	880	1000

出典: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City of Kigali (SECOND INTERIM REPORT)

5) 整備方針

インフラ整備との一貫性を保つため、2025年、2030年、2040年それぞれのシナリオを設定し、BRTの整備路線を提示している。

表 5.2.9: BRT の整備シナリオ

シナリオ	BRT の計画ルート
<p>(1) 2025 年の整備シナリオ</p> <p>2025 年シナリオでは、下記の BRT 建設を含まない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corridor I - from st I/10 to st I/17, • Corridor I - from KN 59 to City Center • Corridor II - from KN1 Ave to City Center terminal • Corridor IV - from KN8 to Nyabugogo, 	
<p>(2) 2030 年の整備シナリオ</p> <p>2030 年シナリオでは、下記の BRT 建設を含まない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corridor I - from Nyamirambo to KN 59, • Corridor II - Gahanga to Nyanza; • Corridor III - from Kabagendwa to station III/26; • Corridor IV - from Corridor II to Corridor I 	
<p>(3) 2040 年の整備シナリオ</p> <p>2040 年シナリオでは、下記の BRT 建設を含まない。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corridor I - from Rudashya to Kimironko, • Corridor III - from Gitaraga to Kabagendwa, • Corridor III - from station III/26 to the intersection with Corridor I; • Corridor IV - from Gitaraga to Nyanza, • Corridor IV - from KG2 roundabout to KN3 Rd. 	

出典: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City of Kigali (SECOND INTERIM REPORT)

5.2.4 その他の公共交通

キガリ市内では、タクシー台数に比べてバイクタクシー台数は圧倒的に多い。そのため、街中で多くのバイクタクシーが走行しているが、タクシーはほとんど走行していない。

表 5.2.10: キガリ市内の登録台数

Type of vehicle	Registered Fleet
Taxi cab	1,152
Motorcycle taxi	12,382

出典: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit (BRT) System for the City of Kigali, First Interim Report

1) タクシー

2017年9月現在、ルワンダにおいて認可されたタクシー会社は557社（1,257台）である。（出典: Statistics in transport sector as of September of the year 2017, RURA）

料金はタクシーメーター制で初乗り1km RWF1500で1kmごとにRWF 500加算される。



出典： JICA 調査団

図 5.2.7: タクシー写真とメーター

2) バイクタクシー

2017年9月現在、ルワンダにおいて認可されたバイクタクシー会社は147社（31,050台）である。（出典: Statistics in transport sector as of September of the year 2017, RURA）

ドライバーは利用者用ヘルメットを持参しており、利用者はそのヘルメットをかぶり乗車する。出発前にドライバーと乗客の間で料金の合意を取る必要がある。ドライバーが感覚的に料金を決めているが、市内移動はRWF 1,000からRWF 2,000で可能である。

バス停で多数のバイクタクシーが待機しており、バスのフィーダー交通として機能している。



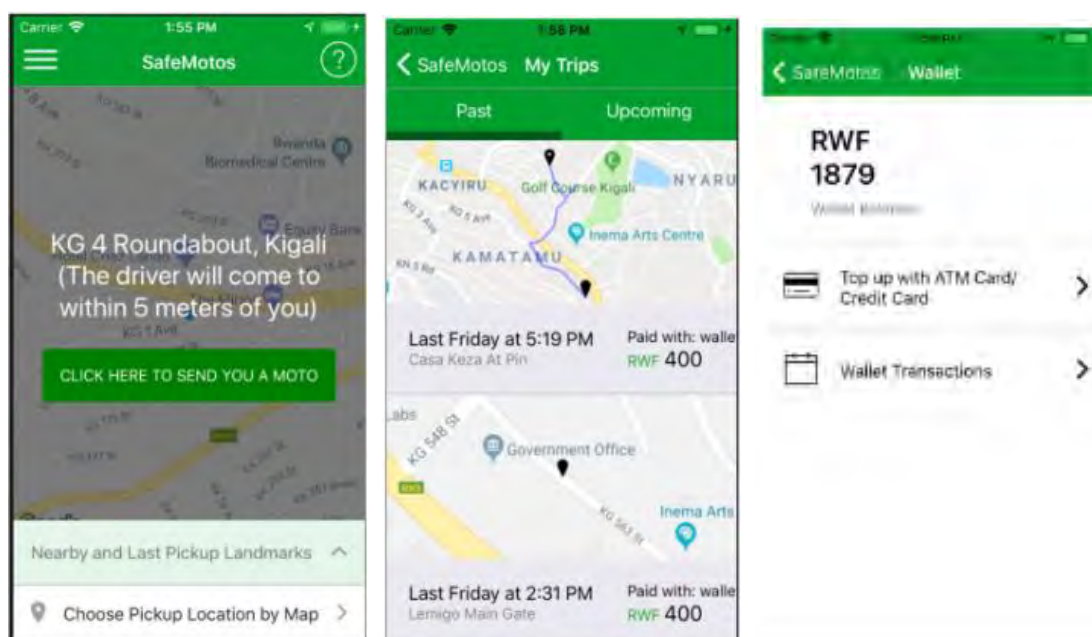
出典： JICA 調査団

図 5.2.8: バイクタクシー

ルワンダにおいて、2015年からスマートフォンアプリ“セーフモト”を利用したバイクタクシーサービスが普及している。

“セーフモト”を利用することで、利用者は任意の場所からバイクタクシーをピックアップすることができる。セーフモト利用者はモバイルマネー、現金、クレジットカードに接続することが可能なセーフモトウォレットから簡単に料金を支払うことが可能である。価格は走行距離によって決定する。

これまでドライバーが利用者獲得のために安価で交渉に応じることもあり、それが収入低下につながっていたが、セーフモトを利用することでドライバーの収入も増加している。



出典：スマートフォンアプリ“セーフモト”

図 5.2.9: スマートフォンアプリ“セーフモト”の利用画面

3) 自転車タクシー

上記以外に、自転車タクシーが存在する。自転車タクシー事業者は RCA (Rwanda Cooperative Agency) に登録された自転車共同組合に属しており、事業を実施している。

自転車の価格は RWF70,000 である。ある自転車タクシー会社では、各ドライバーから 1 日あたり自転車使用料金 RWF700 を徴収している。そのため、100 日目から利益が出る仕組みとなっている。ドライバーの 1 日の稼ぎは RWF3,000 程度と低いが、ライセンスは必要なく誰にでもできるものとなっている。

商業用自転車は、市内で交通渋滞を引き起こしたとされるため、2012年にルワンダ警察により禁止された。2014年にポール・カガメ大統領によりキガリ市の自転車輸送禁止令が解除された。



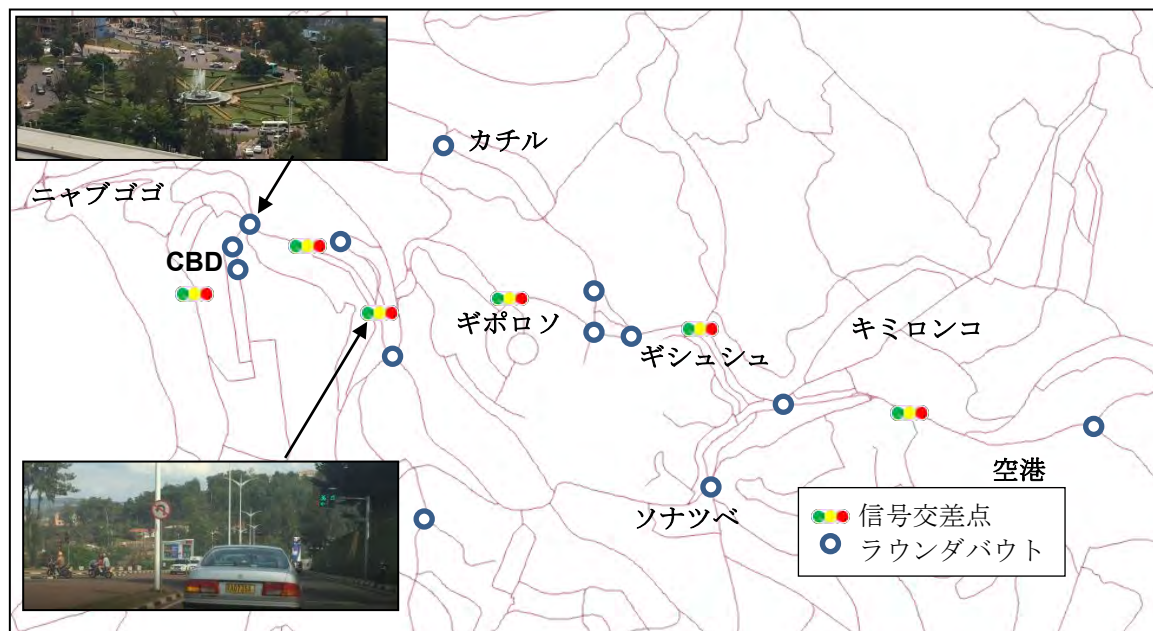
出典: JICA 調査団

図 5.2.10: 自転車タクシー

5.3 交通管理

5.3.1 既存の交通管理システム

都市部には交通信号やラウンドアバウトといった交通管理システムがある。それぞれの位置は下図に示すとおりである。現在、キガリ市の道路交差点の大部分は信号が設置されていない状況である。



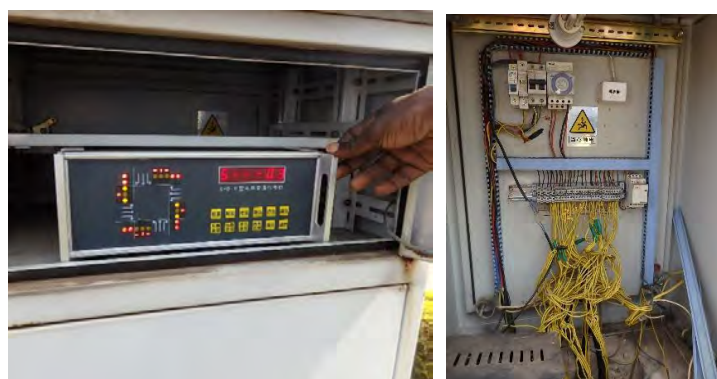
出典: JICA 調査団

図 5.3.1: 信号交差点とラウンドアバウトの位置図

(1) 信号

キガリ市には 6 カ所の信号交差点があり、信号サイクルは固定で運用されている。信号間での通信もない独立型信号となっている。午後 10 時から午前 6 時までは点滅信号として運用している。朝夕のピーク時間帯など交通混雑が発生している場合は、警察が手信号で交通を捌いている。

信号のコントローラ、ポール、灯器、ケーブル等、すべてが中国製である。



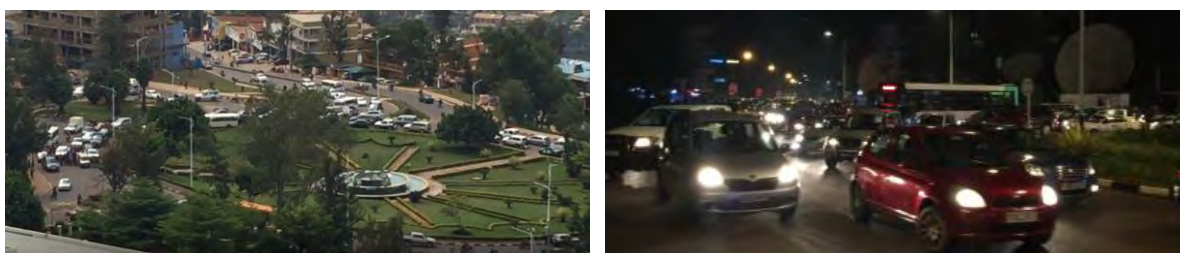
出典: JICA 調査団

図 5.3.2: 信号制御機とケーブル

(2) ラウンドアバウト

キガリ市には 13 カ所のラウンドアバウトが存在する。コンベンションセンターに隣接しているラウンドアバウトはセキュリティの関係で一部閉鎖されている。

いくつかのラウンドアバウトではピーク時間帯に交通容量が足りておらず、交通渋滞の原因となっている。



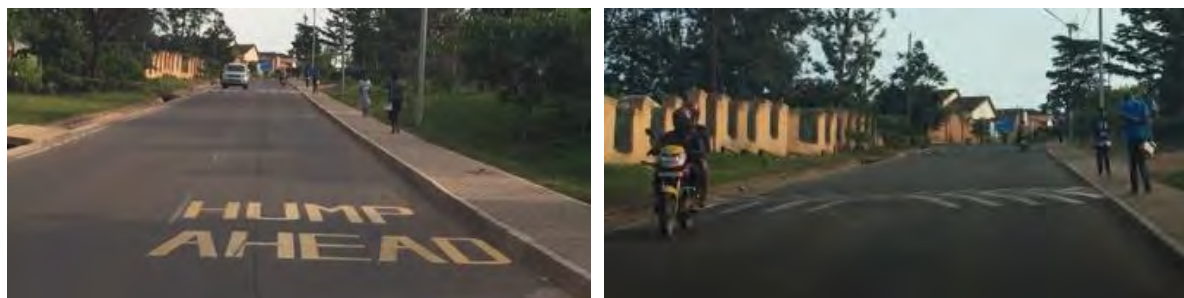
出典: JICA 調査団

図 5.3.3: ラウンドアバウトにおける交通渋滞

(3) ハンプ

学校周辺などの横断歩行者の多い地点において車両の速度を低下させるためにハンプが用いられている。

ハンプは、主要幹線道路や急勾配の道路にも設置されているため、無駄な速度の低下や貨物の落下が発生している。これらは、渋滞や交通事故の原因ともなる。将来の交通需要の伸びも考慮すると、こうしたハンプの運用の見直しをすべきである。



出典: JICA 調査団

図 5.3.4: ハンプ

5.3.2 交通安全

(1) 交通事故の特徴

下表にルワンダにおける 2017 年の交通事故に関連する記事を整理した結果を示す。ルワンダの交通事故の特徴は、以下のとおりである。

- 郊外の道路と比較して、キガリ市の事故発生率が高い。その原因として、キガリ市にはバイクタクシーが非常に多いことが挙げられる。二輪車による交通事故は全体の 60% を占め、都市部の問題となっている。
- 死亡事故率はキガリ市より郊外部の方が高い。その原因として、郊外部には警察の取り締まりが少ないため走行速度が高いこと、歩道が整備されていないことが挙げられる。歩行者の死亡事故は全体の 46% を占め、改善が必要である。
- スピードガバナーの導入により、交通事故が減少している。

表 5.3.1: 交通事故に関するニュース記事

交通事故に関するニュース記事	出典
死者数の割合 (2017 年の 8 月～10 月) - 歩行者: 46.0% - モーターバイク: 18.5% - 自転車: 17.0% - その他: 18.5%	Rwanda National Police News (9 November 2017) https://www.police.gov.rw/news-detail/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=10752&cHash=86b3c5ed4c6b5d2833f69da15eb67f9b
- Previous measures such as introduction of speed governors have been instrumental in curbing fatalities to at least 65 percent in the last eight months, compared to the same period last year	
Total Crashes Registered (Between August and October in 2017) - Countryside: at least 76%	
the 254 serious injuries registered (Between August and October in 2017) - モーターバイク: 28% - 自転車: 23% - 公共交通: 23% - 歩行者: 21%	
道路事故の原因 (9 ヶ月以内) - モーターバイク: 60% - バス: 27% - 連結トラック: 10% - トラックトレーラー: 1% - その他: 2%	Tarifa (12 October 2017) (According to Commissioner of Police) https://taarifa.rw/2017/10/12/rwand-police-rura-to-enforce-gps-installation-in-public-transport-vehicles/
- Accident occurrences are high in Kigali city compared to	

<p>countryside highways.</p> <ul style="list-style-type: none"> - However, death rates are higher in rural areas than in Kigali. - Some drivers relax while on countryside routes where they know that there is no traffic police. 	<p>(According to Chief Inspector of Police)</p> <p>http://ktpress.rw/2017/11/rural-rwanda-more-prone-to-road-accidents-police/</p>
<ul style="list-style-type: none"> - 369 people died in road accidents and 685 sustained injuries in 2017. - 34% of lives perished in road accidents were pedestrians, 22% were motorcycle drivers and 14% were bicycle riders. - Road accidents in public transport reduced by 32% compared to 2016, attributing the improvement to road safety measures mainly the introduction of speed governors in passenger vehicles 	<p>Igihe (14 December 2017) (According to Rwanda National Police)</p> <p>http://en.igihe.com/news/road-accidents-claim-369-lives-crimes-drop-by-5.html</p>

出典: JICA 調査団

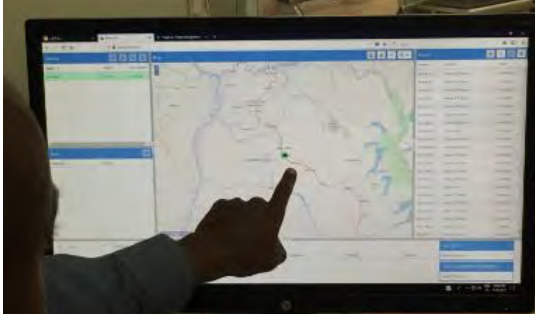

(2) スピードガバナーと GPS トラッカー

スピードガバナーは車両を最高速度 60km/h に制限し、車両が設定された最高速度を超えようとするとき速度を 25km/h に減速する装置である。公共交通と商用車にスピードガバナーの設置が義務付けられている。上記に示したように、スピードガバナーの導入により、交通事故が減少している。

スピードガバナーの設置とは別に、GPS トラッカーを車両に設置してオーナーがオフィスからモニターできるようにしている。

RURA では、これらの装置を用いてスピード違反車両の監視を行っている。下表に示すように、①GPS トラッカー等を用いて速度超過車両を抽出し、②ライセンスシステムで運転者の情報を入手し、③SMS で警察に運転者の位置情報や連絡先等の情報を提供している。

表 5.3.2: RURA による速度超過車両の監視

操作方法	操作画面
<p>(1) 速度超過車両の検出</p> <p>RURA の担当者が速度超過車両の位置と車両 ID を抽出する。</p>	
<p>(2) 運転手の情報入手</p> <p>RURA の担当者が車両 ID から運転手を特定し、ライセンスシステムを用いて連絡先を入手する。</p>	



出典: JICA 調査団

(3) 道路交通安全週間

ルワンダ国家警察 (Rwanda National Police : RNP) は、毎年、全国の道路安全を促進するために、すべての道路利用者に対して交通規則および規制について全国的キャンペーンを実施している。例えば、キガリ市にあるアマホロ国立競技場では、運輸大臣がオートバイ協同組合の指導者やオーナーに、誤った運転手やオートバイに対して道路の安全基準を守るよう促している。

道路安全週間には、道路安全に関するラジオやテレビのトークショー、オンラインおよびプリントメディアプラットフォームを使用した他の形態も含まれる。

5.3.3 交通管制センター

CCTV, Vehicle Enforcement System, Traffic Control Center は RNP により設置・運営されている。

(1) CCTV

キガリ市内に交通事故の監視や防犯の目的で 2 年前に CCTV が設置されている。52 カ所に合計 190 台の CCTV が設置されている。固定カメラと PTZ (Pan tilt zoom) カメラの 2 種類ある。

(2) 交通違反の取り締まりシステム

交通違反の取り締まりシステム (Vehicle Enforcement System) とは、速度検知器およびカメラを設置し、スピード違反および信号無視車両の検出を行うシステムである。本システムには Track Management System も含まれ、複数個所で設置されているカメラで読み取ったナンバープレートの情報を用いて違反車両を監視することができる。36 台のカメラが整備される計画で、現在 5 台がすでに導入されている。残りの 31 台は 2018 年中に導入する予定である。

スピード違反をした場合には、警察はナンバープレートの情報から利用者を割り出し携帯電話へ SMS を送る。SMS を受領した違反者は、モバイルマネーまたは銀行振込で罰則金を支払う必要がある。

(3) 交通管制センター

RNP 内に設置された交通管制センターでは、警察官が上記に示したカメラを用いて速度違反の取り締まり、交通事故など 24 時間体制で監視を行っている。

交通管制センターには少なくとも 21 スクリーン以上の画面が設置されている。交通違反を監視するために 2 人の警察官、犯罪を監視するために 13 人の警察官が常駐している。また、現場に指示を出すために 12 人がコールセンターに常駐している。警察センターにおいては信号機の管理や交通管制は実施しておらず、交通違反を含む犯罪の摘発に特化している。

5.3.4 駐車

(1) 駐車場

ショッピングモールやホテルといった商業施設や役所といった公共施設には駐車場が設置されている。

街中では道路と建物の間に公共駐車場が設けられている。運転手が駐車するとキガリ退役軍人協同組合 (KVCS) のスタッフが駐車料金を徴収している。

中心市街地では、駐車場が足りないため、多くの車両が路上に駐車している。



出典：JICA 調査団

図 5.3.5: 駐車スペース

(2) 駐車料金

駐車料金は大統領令 N25/01 により基準が設定されている。下表に示すとおり駐車料金は、1 時間あたり、1 日あたり、1 カ月ごとの車種別に設定されている。

表 5.3.3: 車種別時間別の駐車料金

	1 時間単位 (Rwf)	1 日単位 (Rwf)	1 ヶ月単位 (Rwf)
小型乗用車とモーターバイク	100	500	10,000
小型トラックとミニバス	200	1,000	12,000
トレーラーを除く大型トラック とトラクター	400	2,000	15,000
トレーラー付の車両と建設用重 機	1,000	5,000	20,000

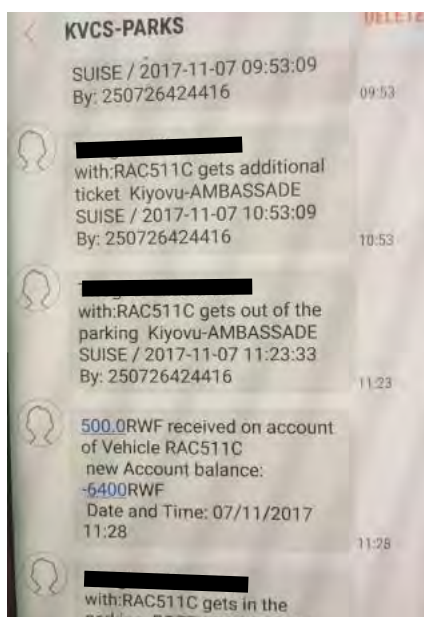
出典: 大統領令 N25/01 of 09/07/2012 (<http://www.rra.gov.rw/index.php?id=67>)

(3) キガリカーストリートパーキングシステム

キガリ市では、キガリカーストリートパーキングシステムが導入されている。

キガリストリートパーキングシステムは、駐車料金をモバイルマネーで支払うシステムである。駐車すると、車に駐車場に入庫されていることを通知するショートメッセージ (SMS)

が携帯電話に送信され、1時間おきに、運転手には Rwf 100 が請求される。運転手が 7 日間以内に駐車料金を支払わなかった場合、1人に 10,000 フランの罰金が科せられる。



出典：JICA 調査団

図 5.3.6: SMS による通知

5.4 交通調査

5.4.1 概要

キガリ市内の交通状況を把握するために、交通調査を実施した。交通調査は以下の表に示すような複数の項目について実施している。

表 5.4.1: 交通調査の実施項目

調査項目	目的、手法	場所	調査日
交差点交通量調査	主要な交差点や断面における交通量の把握	7 箇所	6月6日, 6:00-20:00
断面交通量調査		5 箇所	6月7日, 6:00-6:00 6月10日, 6:00-20:00
路側インタビュー調査	自動車利用者のトリップ動態の把握	8 箇所	6月7日, 6:00-20:00 6月12日, 6:00-20:00
旅行速度調査	渋滞箇所の把握 朝ピークと夕方ピークにおける2回ずつの走行調査	12 路線	6月19日-6月21日
バスターミナルインタビュー調査	バス利用者のトリップ動態を把握するため実施 都市間バスと都市内バス利用者へインタビューを行った。	ニャブゴゴバスターミナル、ダウンタウンバスターミナル	6月13日, 6:00-20:00

出典: JICA 調査団

5.4.2 調査方法

(1) 交通量調査

交通量調査は交差点交通量調査と断面交通量調査に分けられ、両者とも下記の 7 車種区分の交通量を測定した。交差点交通量については渋滞発生が懸念されている交差点について方向別の調査を平日 1 日 14 時間かけて実施した。また断面交通量調査は、平日 1 日 24 時間と休日 1 日 14 時間において調査を実施した。

表 5.4.2: 車種区分

No.	車種区分
1	バイク/モトタクシー、スクーター
2	乗用車
3	9~16 人乗りのミニバス
4	17 人乗り以上の大型バス
5	小型貨物自動車
6	大型貨物自動車
7	その他

出典：JICA 調査団

(2) 路側インタビュー調査

路側インタビュー調査では、警察の協力のもと路側帯に自動車を誘導した上で、自動車運転者や乗客に出発地や目的地、旅行目的を尋ねている。路側インタビュー調査は、平日 6:00-22:00 の 16 時間にわたって実施した。質問内容を以下の表に示す。

表 5.4.3: 路側インタビュー調査項目

項目	質問項目
個人属性	車種分類、運転手を含めた乗車人数、インタビュー回答者の属性、性別、年齢、職業、自動車保有状況、月収
トリップ情報	トリップ目的、トリップ頻度、出発地、目的地、支払い意思額 ---以下、トラック運転手のみへの質問--- 積荷状況、貨物積載量、コンテナの大きさ、積荷の品目

出典：JICA 調査団

(3) バスターミナルインタビュー調査

バスターミナルインタビュー調査では、バス利用者に対して個人属性や出発地、目的地、目的を含むトリップ情報について聞き取りを行った。インタビュー調査は平日一日 14 時間かけてキャブゴゴバスターミナルとダウンタウンバスターミナルにて実施し、都市間バス利用者と都市内バス利用者の合計 1,000 票を回収した。質問内容は上述した路側インタビュー調査と同様である。

(4) 旅行速度調査

本調査ではキガリ市内の主要道路 12 路線について旅行速度を測定するもので、混雑箇所の把握するために行われた。GPS を備えた乗用車を活用した走行調査であり、平日の朝ピーク時間帯と夕方ピーク時間帯において上下方向に分けて実施した。

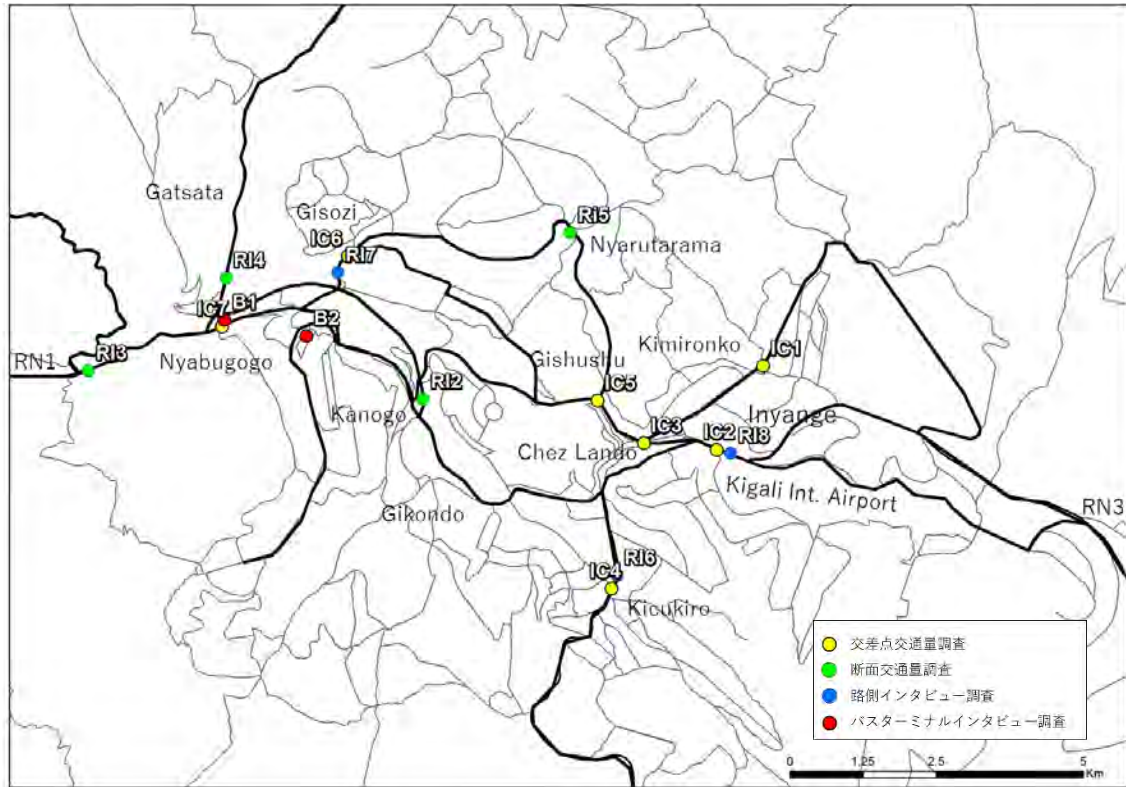
(5) 調査箇所

上述した各種調査項目の実施地点は以下に示す通りである。

表 5.4.4: 交通調査の実施箇所

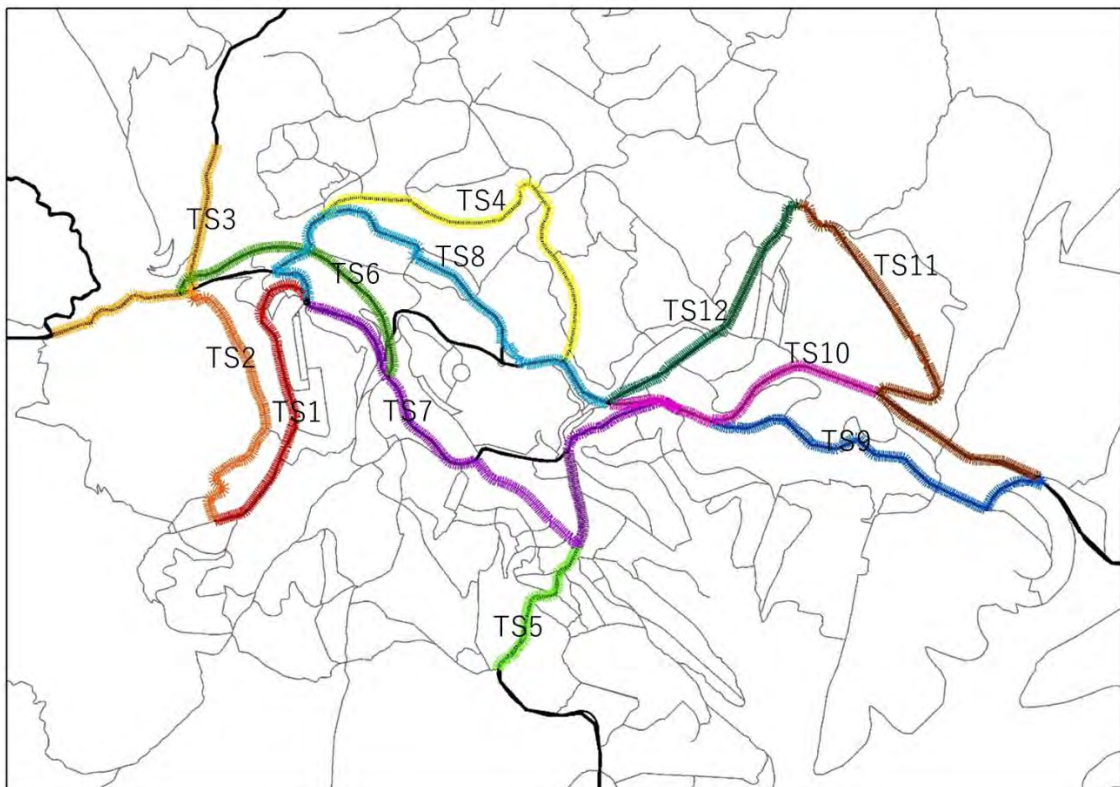
調査項目	ID	調査地点名
交差点交通量調査 地図中の黄色ピン	IC1	キバガバガ
	IC2	ギボロソ
	IC3	シェランド
	IC4	キチュキロ
	IC5	ギシュシュ
	IC6	ギソジ
	IC7	ニャブゴゴ
断面交通量調査 緑色ピン	RI1	イニヤンゲ
	RI2	カノゴ
	RI3	ギチュキニヨニ
	RI4	ガシアータ
	RI5	ニャルタラマ
路側インタビュー調査 緑色ピンと青色ピン	RI1	イニヤンゲ
	RI2	カノゴ
	RI3	ギチュキニヨニ
	RI4	ガシアータ
	RI5	ニャルタラマ
	RI6	キチュキロ
	RI7	ギソジ
	RI8	ギボロソ
旅行速度調査	TS1	CBD ラウンドアバウト - ニャミランボ (Terminusi)
	TS2	ニャミランボ-ニャブゴゴ
	TS3	コービル-ギチュキニヨニ
	TS4	ギソジ-キバガバガ
	TS5	ニャンザ-ソナツベ
	TS6	Mirimo Station -カノゴ
	TS7	シティセンター - ソナツベ
	TS8	CBD ラウンドアバウト -シェランド
	TS9	Cyamitsing-ムリンディ
	TS10	KSEFZ-シェランド
	TS11	ムリンディ-キバガバガ市場
	TS12	シェランド-キバガバガ交差点
バスターミナルインタビュー調査 赤色ピン	BI1	ニャブゴゴ
	BI2	ダウンタウン

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.4.1: 交通調査の実施地点



出典：JICA 調査団

図 5.4.2: 旅行速度調査の実施路線



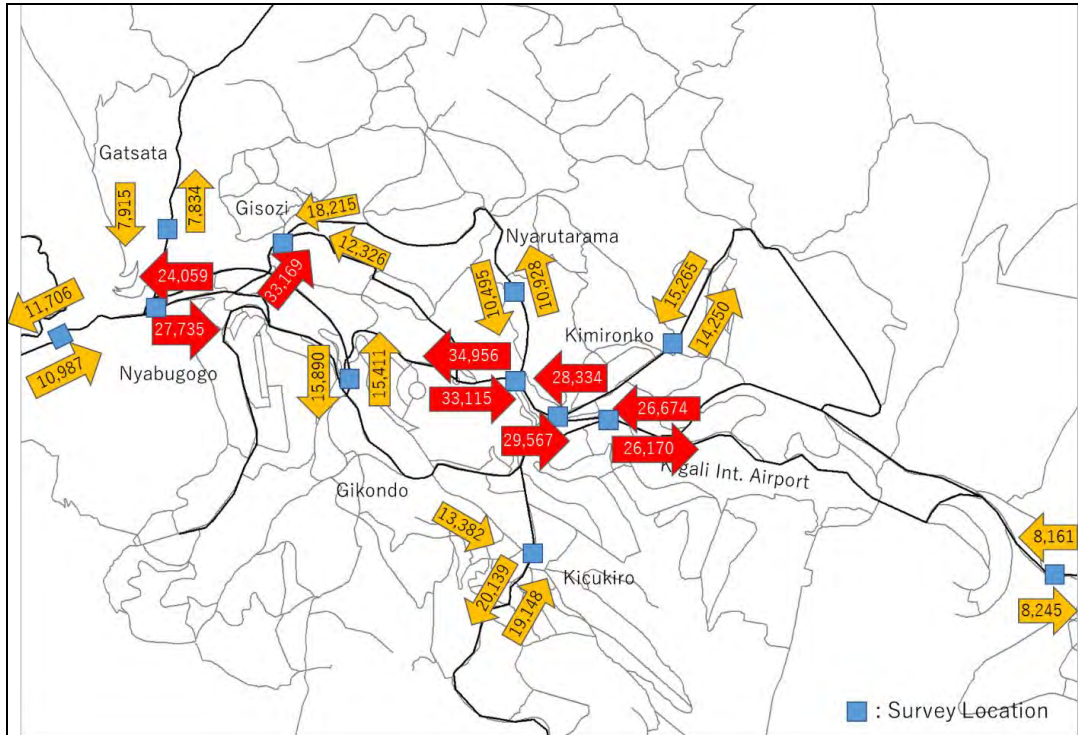
出典：JICA 調査団

図 5.4.3: 交通調査の実施風景

5.4.3 調査結果

(1) 交通量調査

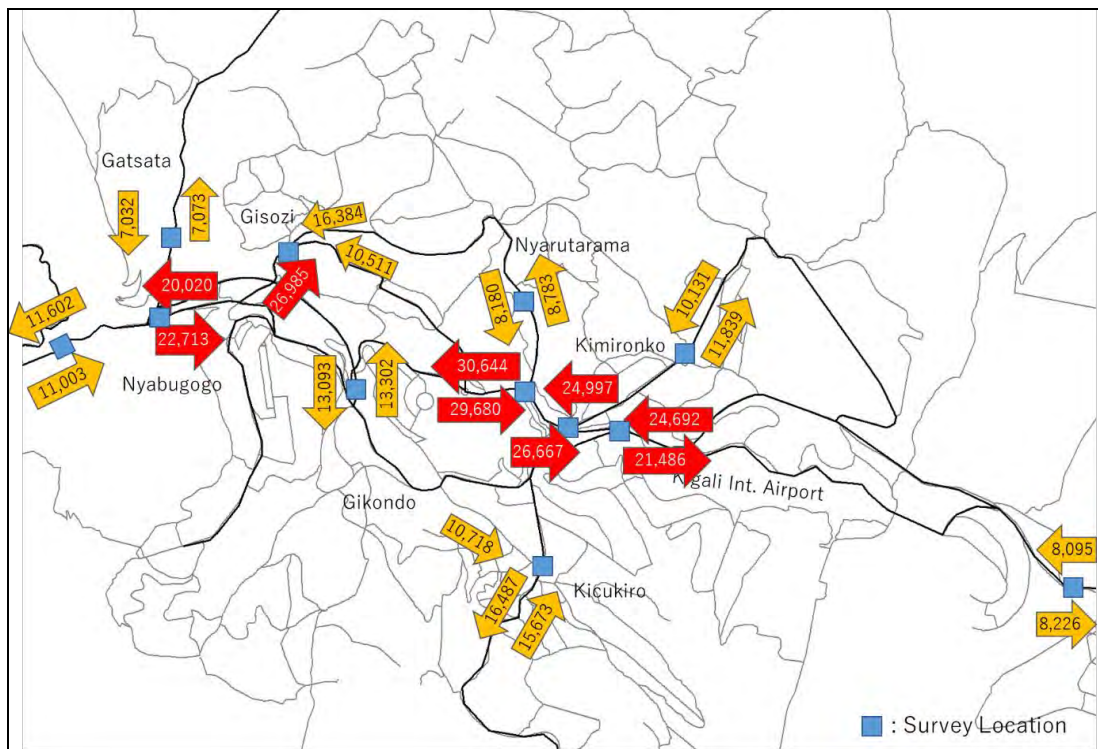
図 5.4.4 は平日に実施した交通量調査の結果を示している。シェランド交差点やギポロソ交差点、ギシュシュ交差点、ニャブゴゴ交差点、ギソジ交差点において多くの交通量が観測された。東西方向において、とりわけ多くの交通量が観測されており、RN3 が東西方向を結ぶ主要な幹線道路であることが分かる。図 5.4.5 は、乗用車換算係数（PCU）に換算した数値を示している。乗用車換算係数は、**Rwanda Feeder Road Standards** に記載されている数値を参照して決定した。全ての調査地点で PCU/日の値は交通量（台/日）よりも少ない結果となっている。これは、バイクの交通量に占める割合が大きいことに起因している。バイクの PCU 換算係数は 0.5 のために、PCU/日に換算した際に交通量よりも少ない結果となった。



注記：図は交通量（台/日）で観測された結果を示している。交差点交通量は 16 時間しか調査していないため、断面交通量で取得された昼夜率を用いて日交通量に換算している。

出典：JICA 調査団

図 5.4.4: 交通量調査の結果（台/日）



注記：交差点交通量は 16 時間しか調査していないため、断面交通量で取得された昼夜率を用いて日交通量に換算している。

出典：JICA 調査団

図 5.4.5: 交通量調査の結果（PCU/日）

図 5.4.6 は交差点交通量調査の結果を示している。全ての交差点において朝と夕方に交通量のピークが観測された。ピーク率は全ての調査地点において7%から8%であり、夕方ピーク時間帯に最大の交通量が観測されている。以下に各交差点の特徴を述べる。

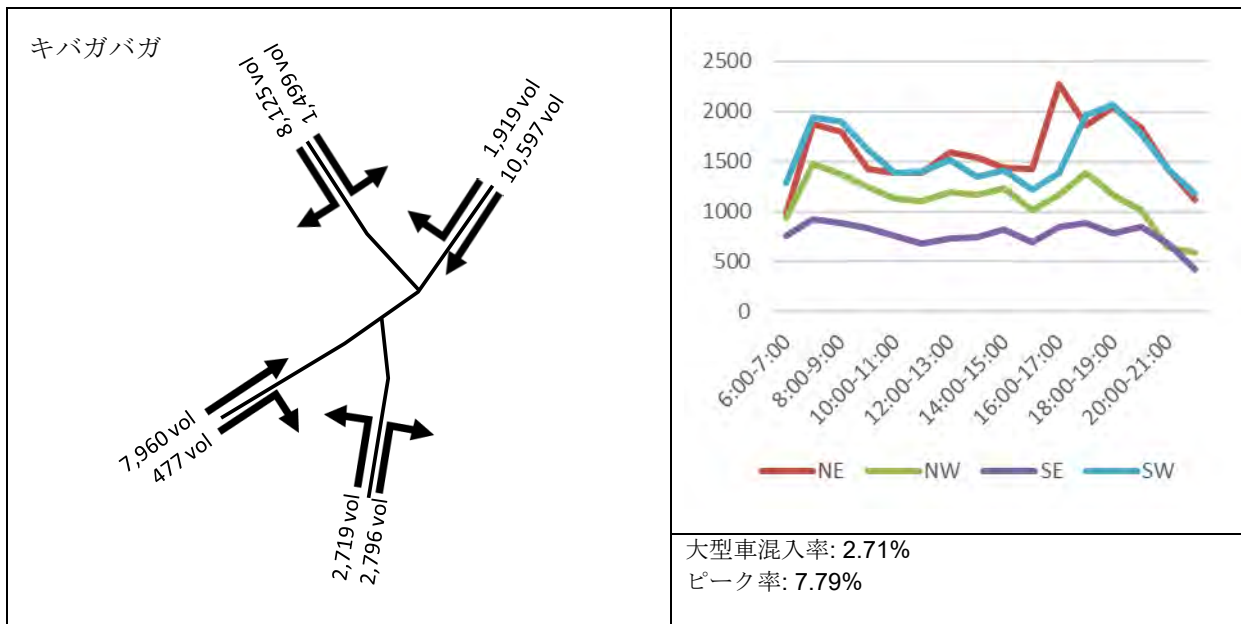
キバガバガ交差点は信号が設置されていない交差点であり、北西方向と南東方向が直線につながっていないクランク交差点となっている。交通量の多くは北東方向と南西方向から流入していることが分かった。

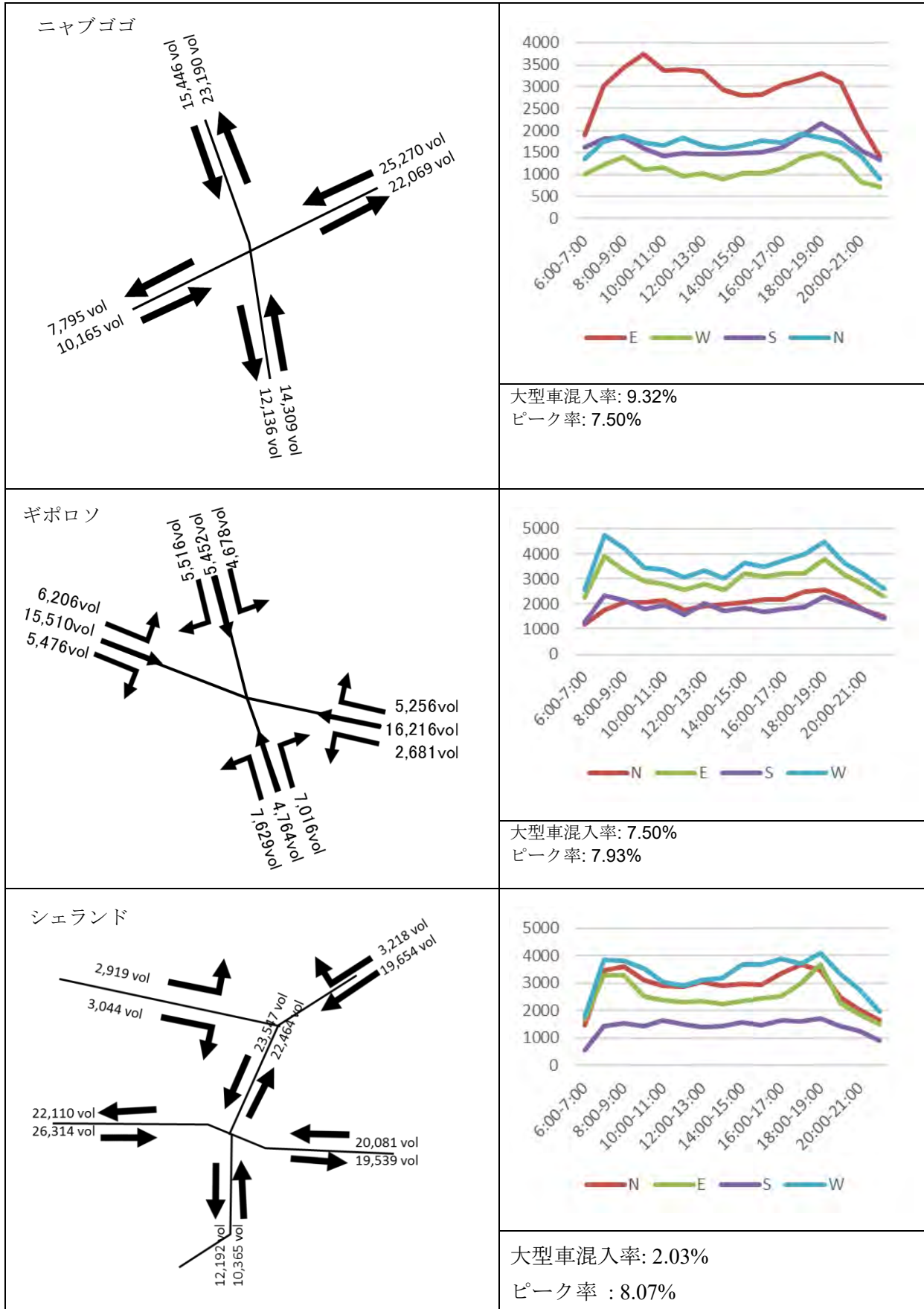
ニャブゴゴ交差点は、ニャブゴゴバスターミナルが交差点の北東側に隣接している交差点である。よって、多くのバスが交差点を利用しており高い大型車混入率が観測された。交通量は東方向で多い結果となっている。ニャブゴゴ交差点は未舗装で現在、改良工事が行われている地点であり、信号が設置されていない。

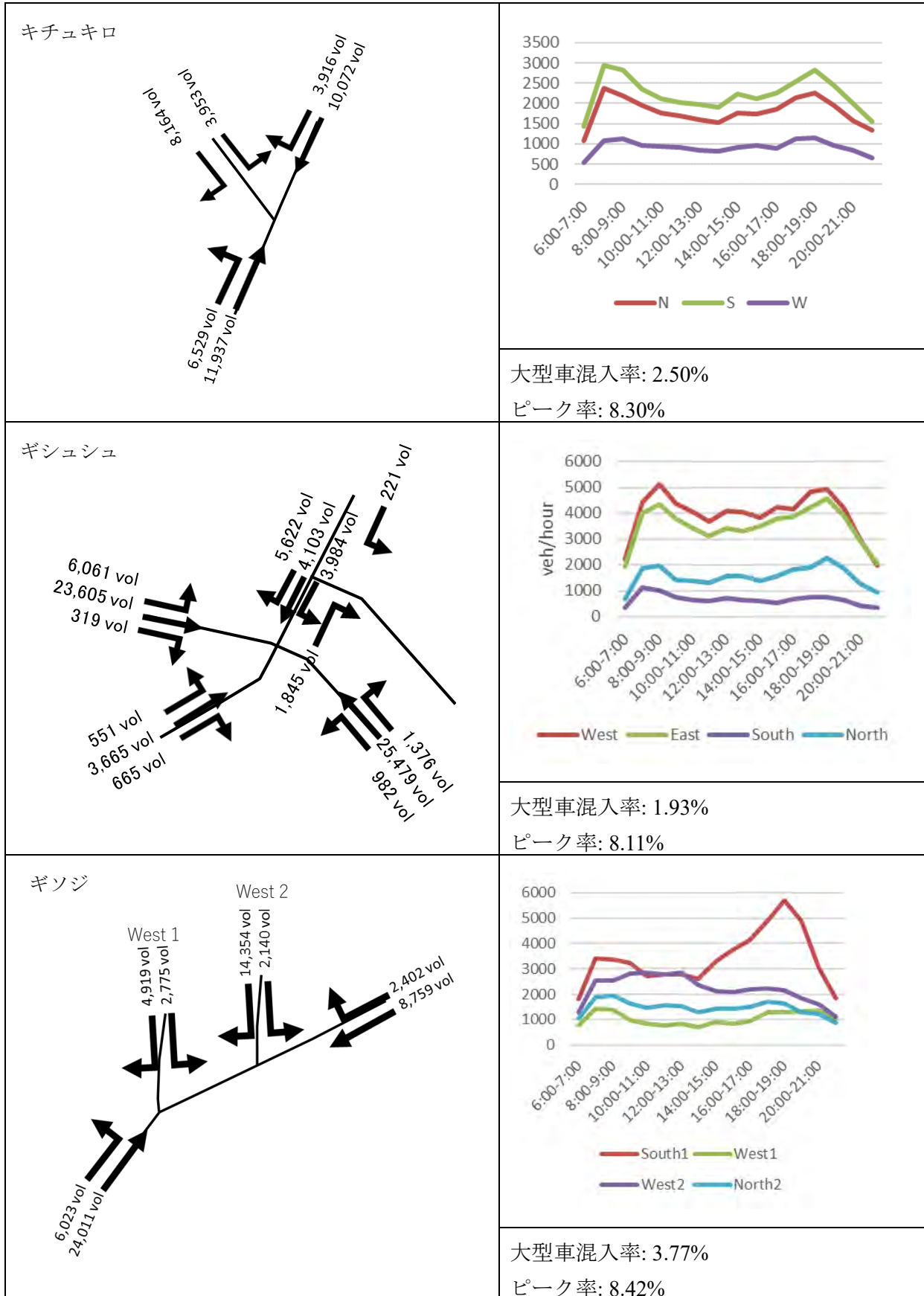
ギポロソ交差点は市内の主要な幹線道路である KN5 が東西方向に通過している交差点であり東西方向で多くの交通量が観測された。レメラタクシーパークはギポロソ交差点の北側に位置しているため、タクシーパークに関連する交通の多くがギポロソ交差点を利用していることが分かった。したがって大型車混入率も高い割合となっている。ギポロソ交差点は信号交差点である。

シェランド交差点は南北方向に比べて東西方向の交通が多い交差点である。市内の主要な幹線道路である KN5 がシェランド交差点を東西方向に通過している道路である。

ギシュシュ交差点はシェランド交差点と同様に KN5 が東西方向に通過している道路であり、南北方向の交通に比べて東西方向の交通量が多い。ギシュシュ交差点は信号が設置されている交差点である。



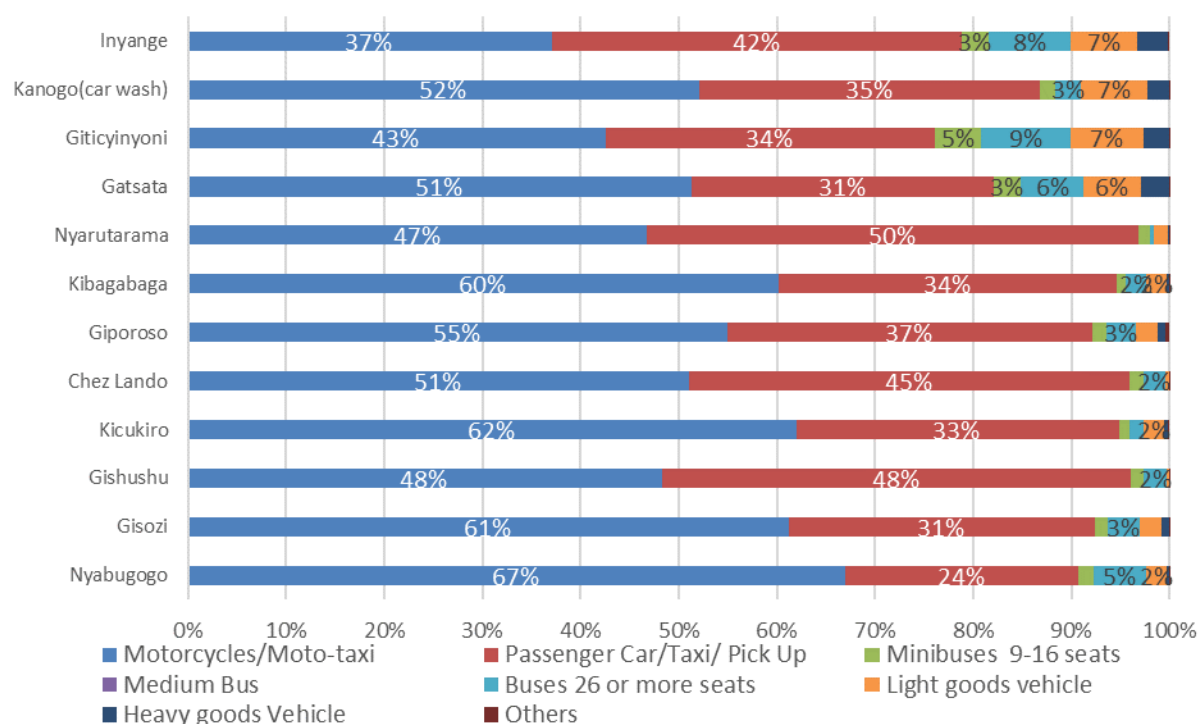




出典：JICA 調査団

図 5.4.6: 交差点交通量調査の結果 (台/16時間)

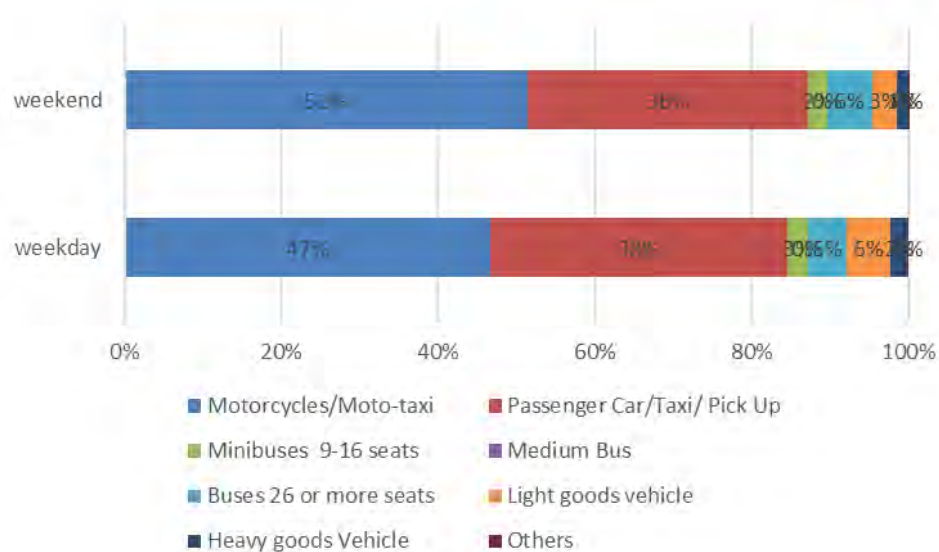
図 5.4.7 は各調査地点での車種別構成比を示している。バイクと乗用車は多くの調査地点で交通量全体の70%以上を占めていることがわかった。ガシアータとイニヤングは他の調査地点と比べて高い大型車混入率を示している。これらの調査地点は隣接する県との境界に位置している。多くのトラックが、東部からRN3を通過して市内に流入するか西部からRN1を通過して市内に流入しており、またインランド・デポが市の郊外に位置していることからこれら2地点では大型車の割合が高くなっている。またこれらの調査地点では、都市間バスの割合も高くなっている。



出典：JICA 調査団

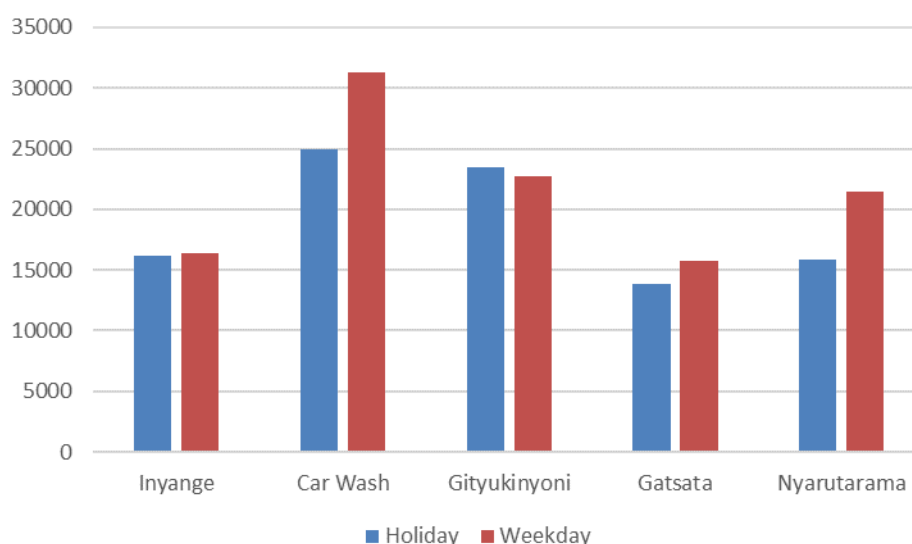
図 5.4.7: 調査地点別の車種別構成比

図 5.4.8 は平日と休日での車種別構成比の違いを示している。平日のバスとトラックの割合は休日よりも高いことが分かる。図 5.4.9 は各調査地点における平日と休日の交通量を比較した図である。交通量の合計は休日よりも平日の方が多結果となった。また平休比は1.41となっている（平日交通量/休日交通量）。



出典：JICA 調査団

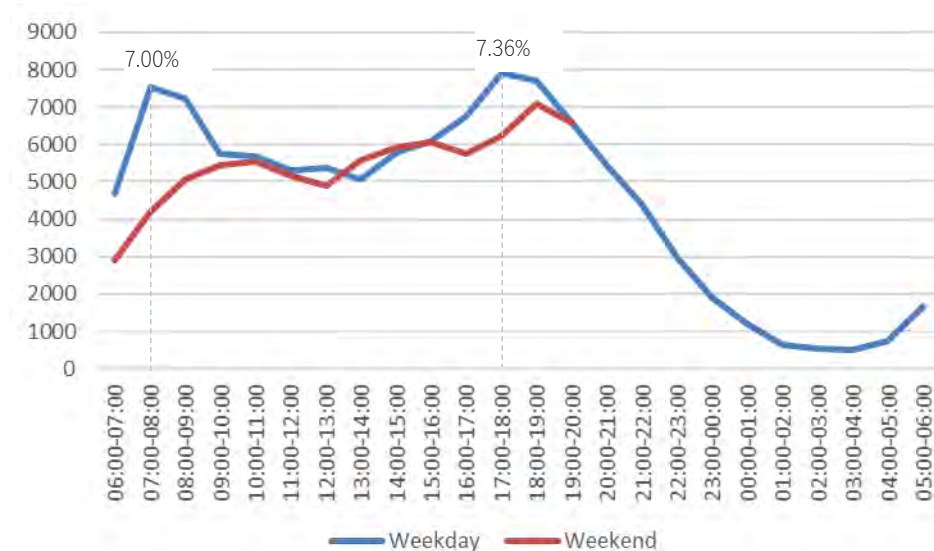
図 5.4.8: 平日と休日の車種別構成比



注記: 休日の交通量は昼夜率を用いて 14 時間交通量から 24 時間交通量へ換算している。
出典：JICA 調査団

図 5.4.9: 平日と休日の交通量

交通量の時間変動を以下の図に示す。交通量のピーク時間帯は平日において、7:00-8:00 と 17:00-18:00 において観測された。夜間の交通量は日中よりも少ない値となっており、昼夜率はおよそ 1.10 である（日交通量/昼間 12 時間交通量）。休日については、交通量は 14 時間観測を行っており、朝ピークは観測されなかったものの、夕方にかけて交通量が多くなっていく傾向がみられた。



出典：JICA 調査団

図 5.4.10: 平日と休日の時間別交通量

表 5.4.5 と表 5.4.6 は断面交通量調査の結果を示している。大型車混入率はキガリ市中心部に比べてイニヤング、ギチュキニヨニ、ガシアータのような郊外部で多くなっている。ピーク率は朝と夕方において観測された。一方で、休日にはピーク時間帯は夕方にのみ観測されている。

表 5.4.5: 断面交通量調査の結果（平日）

No	調査地点	調査時間	総交通量 (台/日)	ピーク時間 帯	ピーク 率	大型車 混入率	D 値
RI1	イニヤング	6:00-6:00	16,320	17:00-18:00	7.21%	15%	54.5%
RI2	カノゴ (Car Wash)	6:00-6:00	26,394	17:00-18:00	7.73%	12%	52.4%
RI3	ギチュキニヨニ	6:00-6:00	22,605	18:00-19:00	7.69%	19%	55.5%
RI4	ガシアータ	6:00-6:00	14,104	7:00-8:00	6.68%	15%	66.1%
RI5	ニヤルタラマ	6:00-6:00	16,963	7:00-8:00	8.25%	1%	50.1%

注記：D 値は往復交通に対する重方向の割合を示す。

出典：JICA 調査団

表 5.4.6: 断面交通量調査の結果（休日）

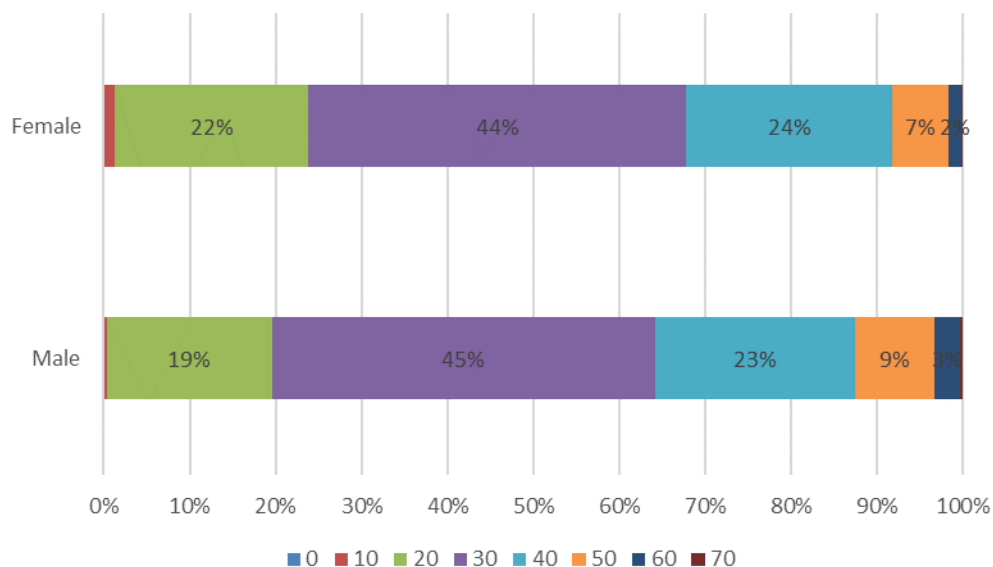
No	調査地点	調査時間	総交通量 (台/14 時 間)	総交通量 (台/24 時 間)	ピーク時間 帯	ピーク 率	大型車 混入率	D 値
RI1	イニヤング	6:00-20:00	12,796	16,136	18:00-19:00	7.68%	15%	54.7%
RI2	カノゴ (Car Wash)	6:00-20:00	20,992	24,900	18:00-19:00	7.36%	9%	55.1%
RI3	ギチュキニヨニ	6:00-20:00	18,729	23,486	18:00-19:00	7.35%	14%	59.5%
RI4	ガシアータ	6:00-20:00	10,905	13,850	19:00-20:00	7.12%	12%	60.2%
RI5	ニヤルタラマ	6:00-20:00	13,074	15,874	18:00-19:00	8.42%	1%	59.5%

注記：休日においては 14 時間のみの調査のため、ピーク率を算出するにあたっては平日に観測された昼夜率を用いてピーク率の算出を行った。

出典：JICA 調査団

(2) 路側インタビュー調査

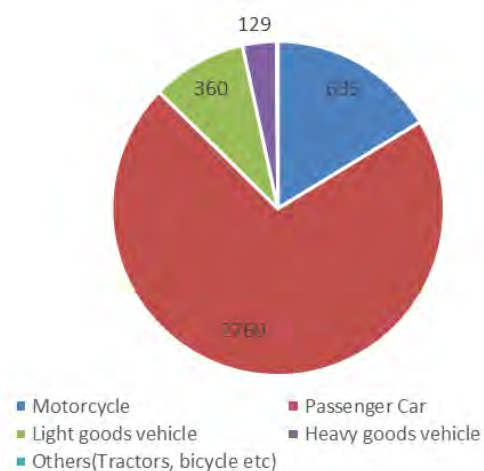
以下では路側インタビュー調査の結果を示す。インタビューの回収数は 4,000 票を超え、個人属性となる性別と年齢の聞き取り結果について図 5.4.11 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.4.11: 性別と年齢

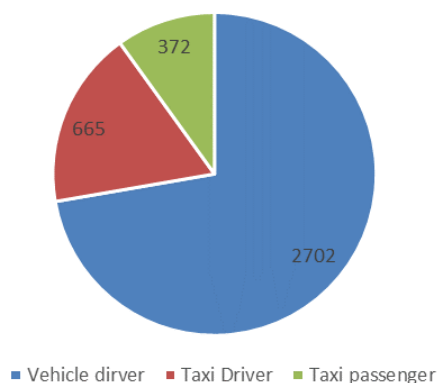
聞き取りを行った車種区分を図 5.4.13 に示す。乗用車の利用者が高い割合となった。なお、キガリ市内を走行するバイクの多くはモトタクシーであり、私用に利用されているバイクは少ない。



出典：JICA 調査団

図 5.4.12: インタビュー回答者の車種分類

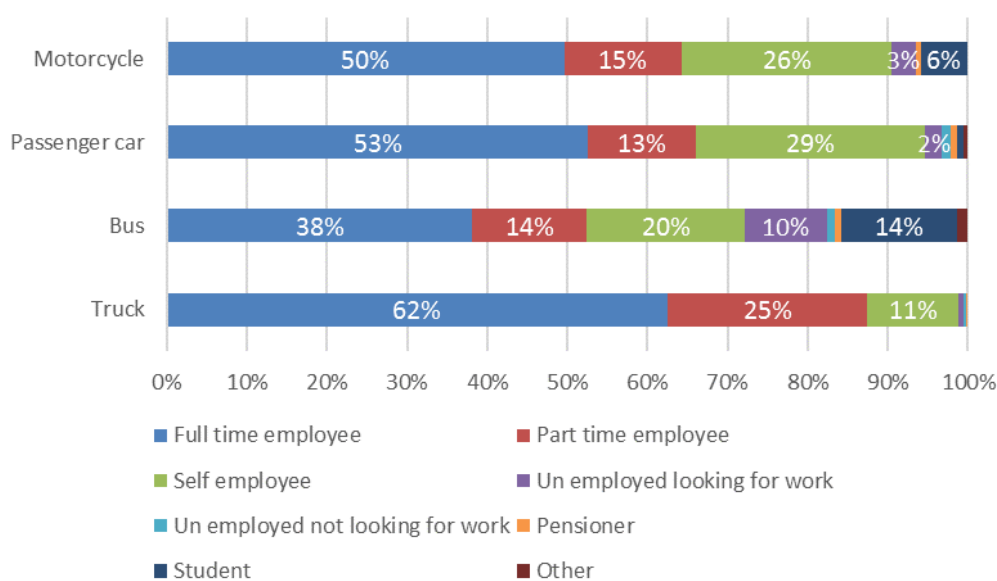
インタビュー回答者を運転手、乗客の別で見ると運転手が最も高い割合であり、次いでタクシー運転手、タクシー乗客という結果となった。



出典：JICA 調査団

図 5.4.13: インタビュー回答者の属性

インタビュー回答者の属性をまとめたものを図 5.4.14 に示す。フルタイムの従業員がもっとも高い割合となった。バス利用者は他の車種区分とくらべて多くの学生や失業者を含んでいた。



注記:バイクとバスは乗客に絞り、運転手を除く結果を表示している。乗用車とトラックは運転手も含んでいる。
出典：JICA 調査団

図 5.4.14: 車種別インタビュー回答者の職業

自動車保有状況を以下表に示している。ほとんどのバイクとバスとトラック利用者が乗用車を所有していないことが分かった。とりわけバイクの8割以上とバス利用者の9割以上が自動車を保有していないことが明らかとなった。

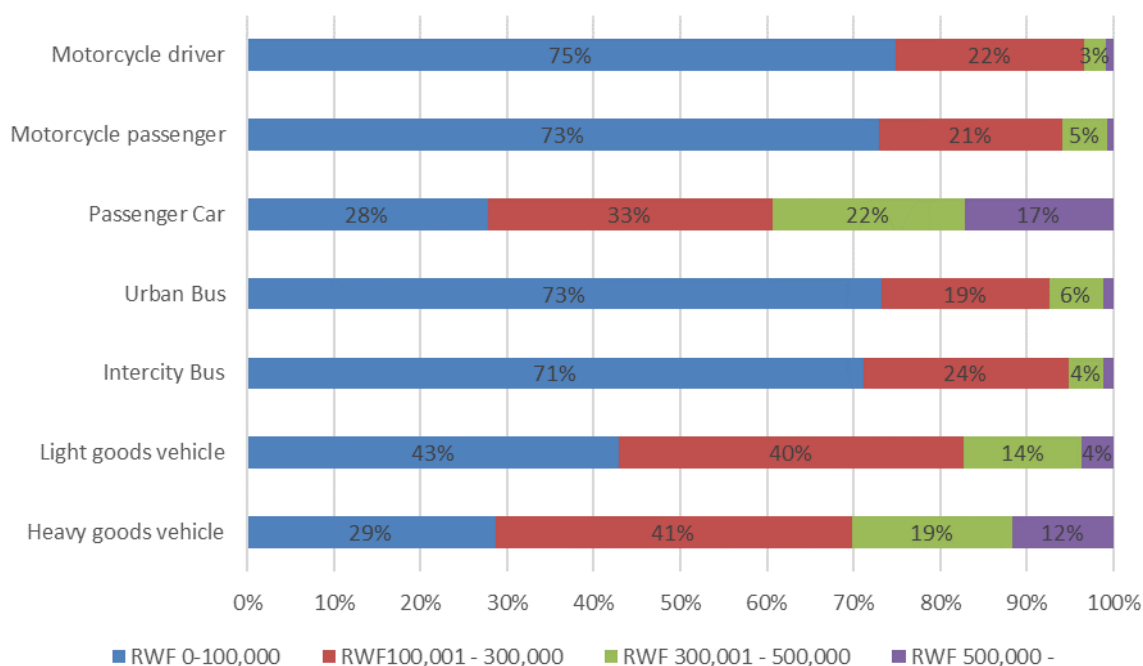
表 5.4.7: 自動車の保有状況

		バイクの利用者	乗用車の利用者	バス利用者	トラック利用者
バイクの所有有無	No	82%	98%	96%	98%
	Yes	18%	2%	4%	2%
乗用車の所有有無	No	97%	43%	97%	91%
	Yes	3%	58%	3%	9%
トラックの所有有無	No	100%	98%	100%	91%
	Yes	0%	2%	0%	9%

*注記: バイクの利用者は乗客のみで運転手を含んでいない。

出典: JICA 調査団

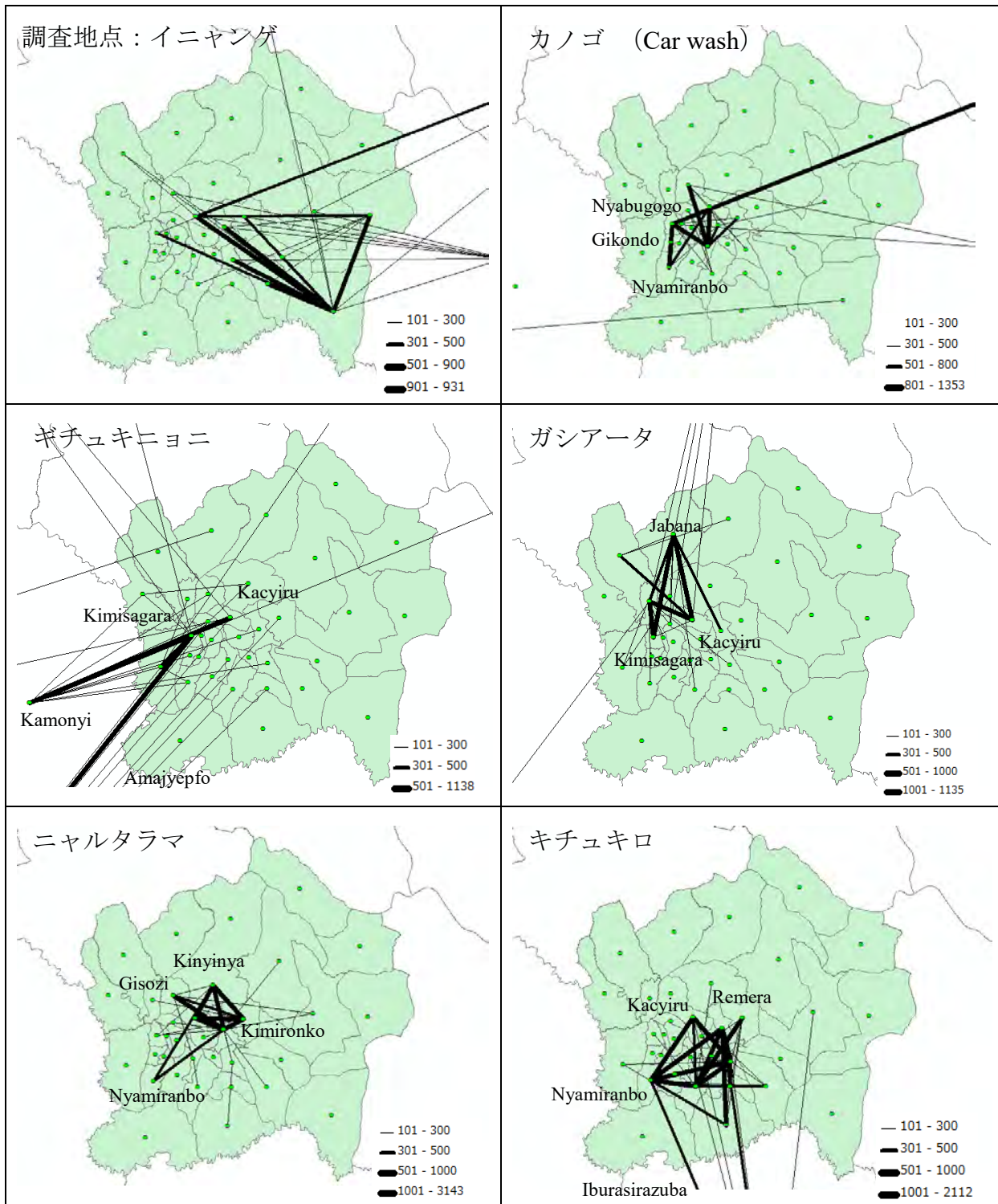
平均月収についてインタビュー実施した結果を以下に示す。乗用車の利用者はバイクやバス、トラック利用者よりも高い収入を得ていることが分かった。バイク運転手や乗客、バス利用者は似たような傾向を示していることが分かる。一般的に自動車保有率は個々の収入と高い相関を持っていることが知られている。収入が増えるにつれて自動車保有率も増えるため、もしバイクやバス利用者が今後経済成長により収入を増やした場合に、利用する交通機関の転換が予想され交通状況が変わることが考えられる。

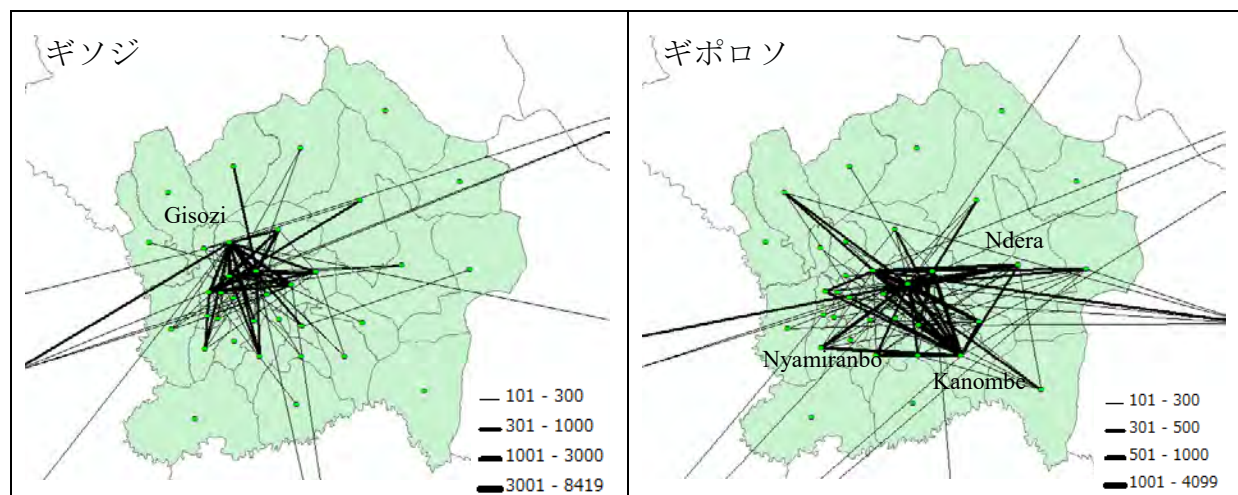


出典: JICA 調査団

図 5.4.15: 車種別の平均月収

トリップ情報について、路側インタビュー調査の結果を以下の図 5.4.16 に示す。各トリップの出発地と目的地をまとめた希望線図を調査地点ごとに示している。イニヤングでは、キチュキロ地区のマサカセクターやキガリ市の東部に多くの発生集中交通がみられる。カノゴ (Car wash) では、ニャブゴゴやギコンド、ニャミランボに多くの発生集中交通がみられた。ギチュキニヨニはキガリ市の西部に位置しており、主要な幹線道路である RN1 上に位置している。ほとんどの西部からの交通は RN1 を使用してキガリ市に流入流出しているため、キガリ市の西部において多くの発生集中交通がみられた。



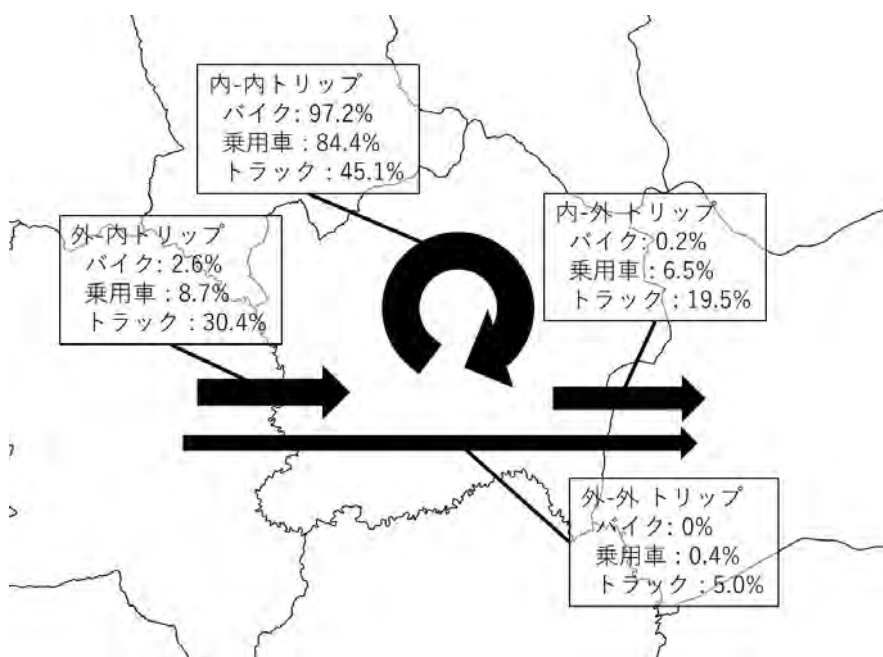


出典：JICA 調査団

図 5.4.16: 調査地点ごとの希望線図

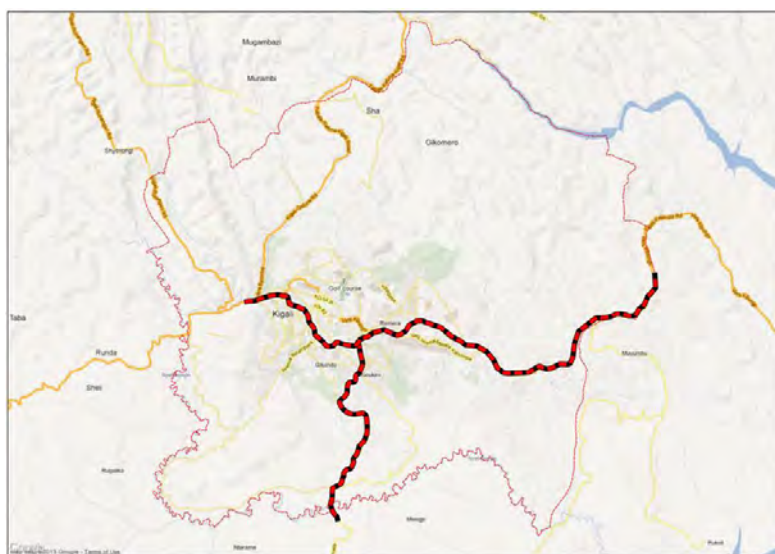
JICA 調査団は上述した路側インタビュー調査の結果とりまとめ市内全体のトリップを分析した。インタビューはサンプル調査であるため、市全体のトリップを分析するためには補正が必要である。よって、交通量調査と路側インタビュー調査の結果を踏まえた補正を行い、キガリ市全体のトリップ情報について分析した結果、ほとんどのトリップがキガリ市内に起終点を持つことが分かった。特にバイクのトリップのほとんどがキガリ市内に起終点を持っていた。トラックについては、45.1%がキガリ市内のトリップであるものの、キガリ市外のトリップも多く見られた。トラックにみられた特徴としてウガンダ、ケニア、コンゴ民主共和国、ブルンジ、ザンビアなどルワンダ国外からのトラックもみられたことが挙げられる。これは東アフリカで締結されている越境交通関連の協定によるものと考えられる。

図 5.4.18 はキガリ市内の現在の貨物交通ルートを示している。キガリ市交通マスタープランでは貨物に関する通過交通が市内の主要幹線道路を通過しているため改善する必要があることを指摘している。路側インタビュー調査の結果でも、こうした貨物の通過交通が把握された。これら貨物流動は迂回路を整備することで、市内への流入を防ぎ市内の交通安全を確保することが重要であると考えられる。



出典：JICA 調査団

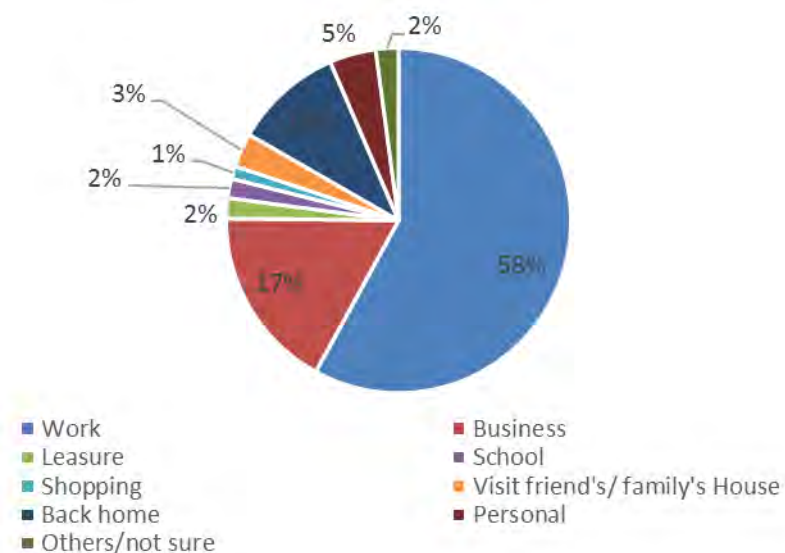
図 5.4.17: 2018 年の交通流動



出典：キガリ市交通マスタープラン

図 5.4.18: キガリ市内の貨物ルート

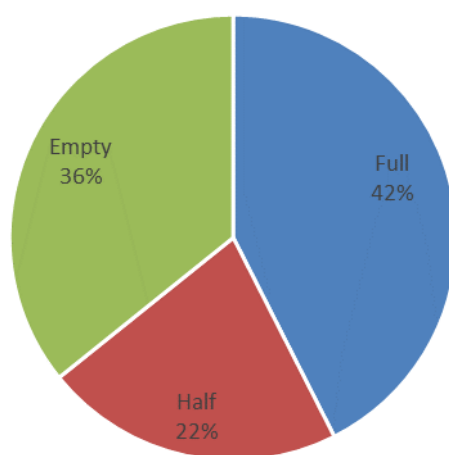
トリップ目的を以下の図に示す。通勤が最も高い割合を占めていることが分かる。2 番目に高いのが会議や営業を含む仕事に関連するトリップである。帰宅は全体の 10%であった。路側インタビュー調査は 6:00-20:00 に実施されている。よって、20 時以降に帰宅目的のトリップが多く見られることが予想される。



出典：JICA 調査団

図 5.4.19: トリップ目的

積荷状況を以下の図に示す。100%の積載が全体の 42%を占めている。一方で空荷も 36%見られることが分かった。多くのトラックが空荷で運行している。

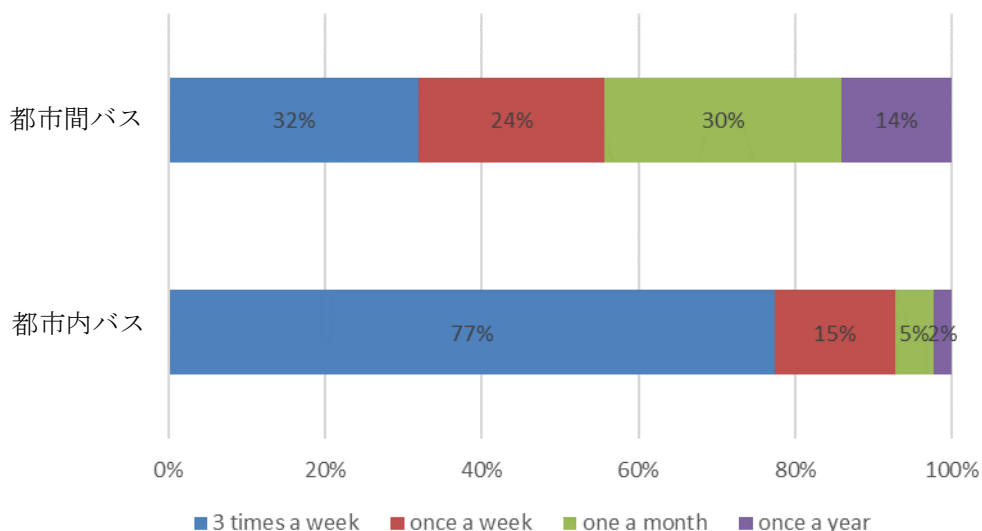


出典：JICA 調査団

図 5.4.20: 貨物交通の積載状況

(3) バスターミナルインタビュー

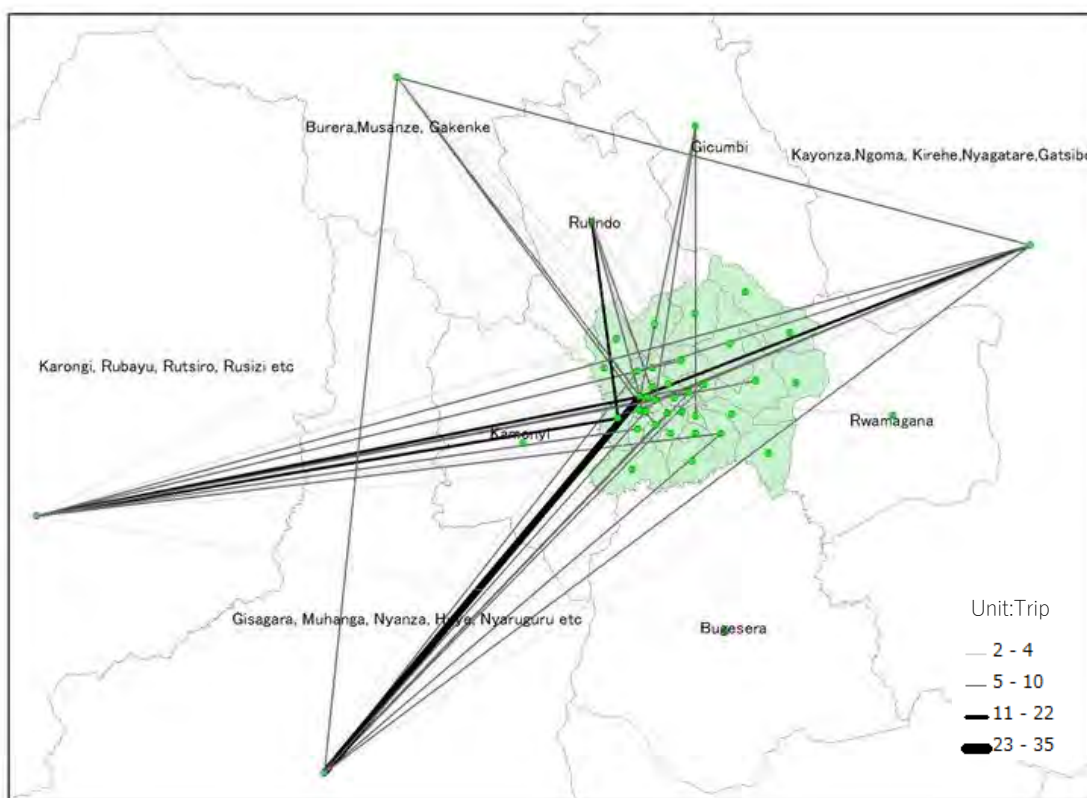
トリップの頻度を以下に示す。都市内バスの利用者は都市間バスの利用者よりも高い頻度でバスを利用していることが分かる。



出典：JICA 調査団

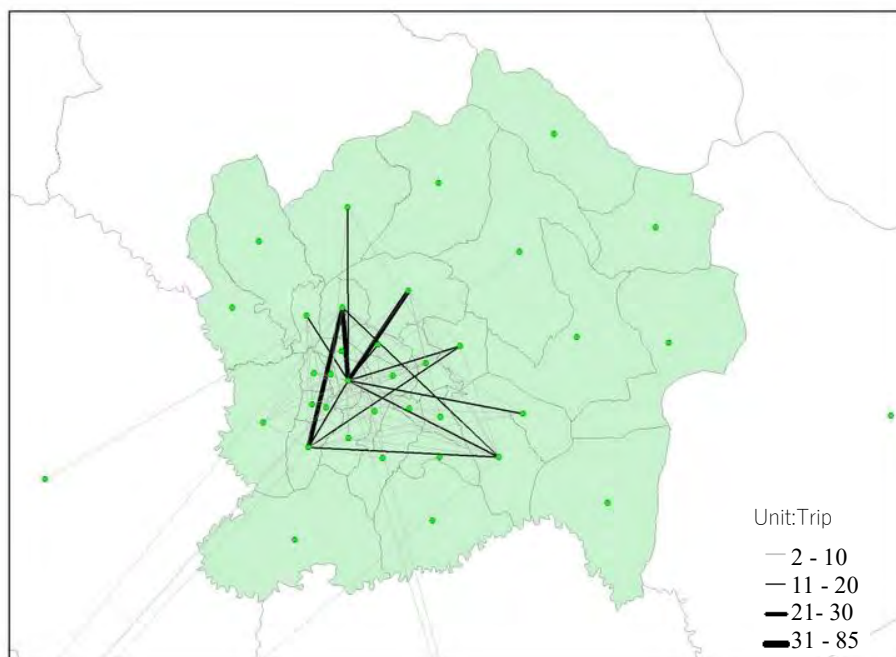
図 5.4.21: 都市間バスと都市内バスのトリップ頻度

都市間バスの主要な OD を以下に示す。主要な目的地はカロンギ、ムハンガ、ルリンド、ギチュンビでありこれら 4 箇所が都市間バスのトリップのうち 30%以上を占める結果となった。希望線図を図 5.4.24 に示している。ニャブゴゴバスターミナルは都市内バスと都市間バスの両者が運行している一方、ダウンタウンバスターミナルは都市内バスのみが運行している。よって両者で希望線図は異なる傾向を示している。ニャブゴゴを拠点とする都市内バスは多くのキガリ市外からの乗客が利用しているが、ダウンタウンバスターミナルはキガリ市内の乗客が多く利用している。



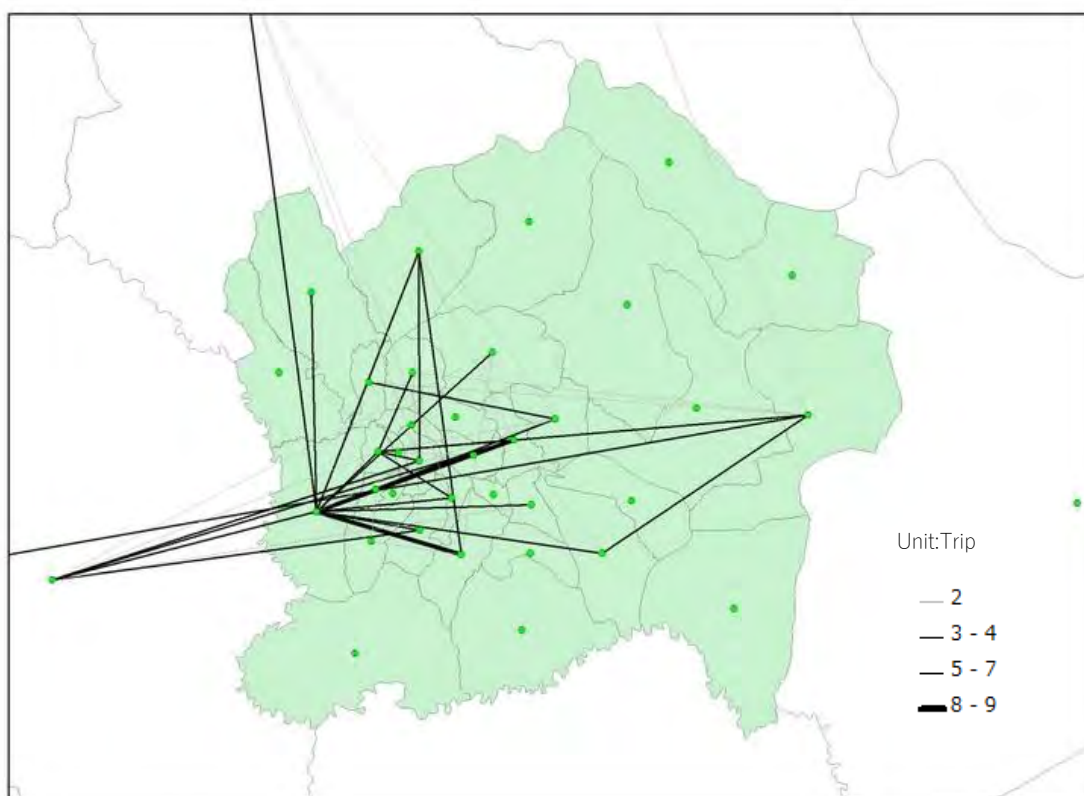
出典：JICA 調査団

図 5.4.22: 都市間バスの希望線図 (ニャブゴゴバスターミナル)



出典：JICA 調査団

図 5.4.23: 都市内バスの希望線図 (ダウンタウンバスターミナル)



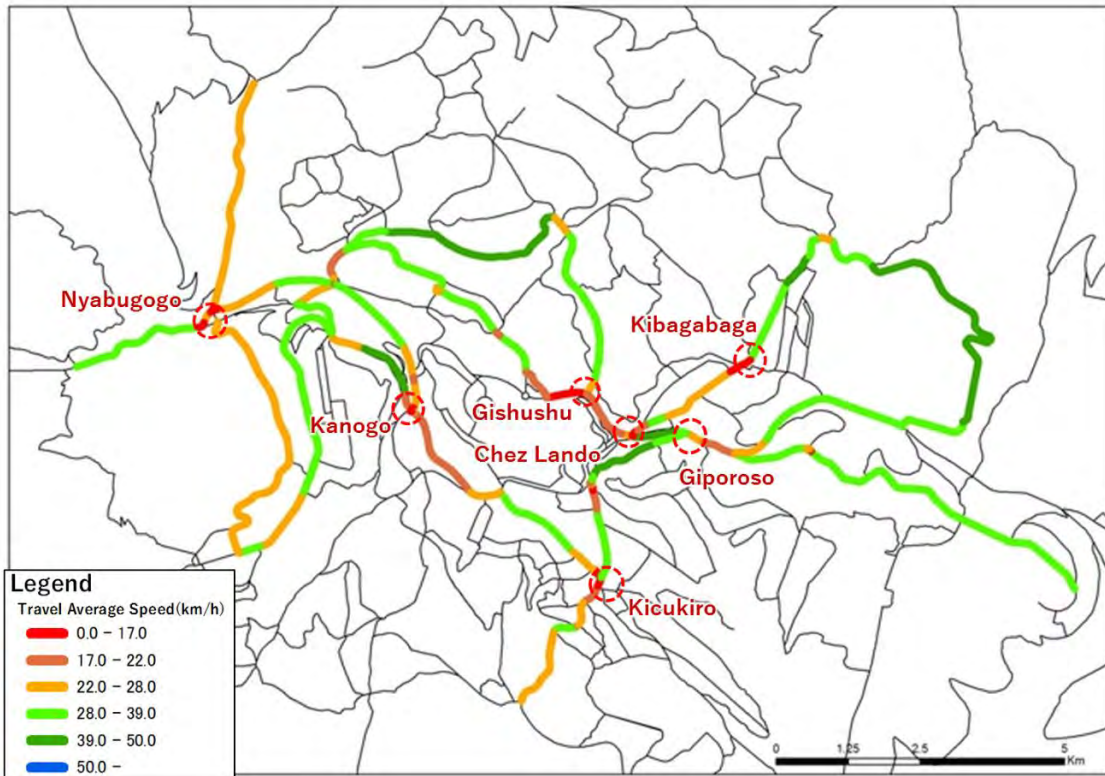
出典：JICA 調査団

図 5.4.24: 都市内バスの希望線図 (ニャブゴゴバスターミナル)

(4) 旅行速度調査

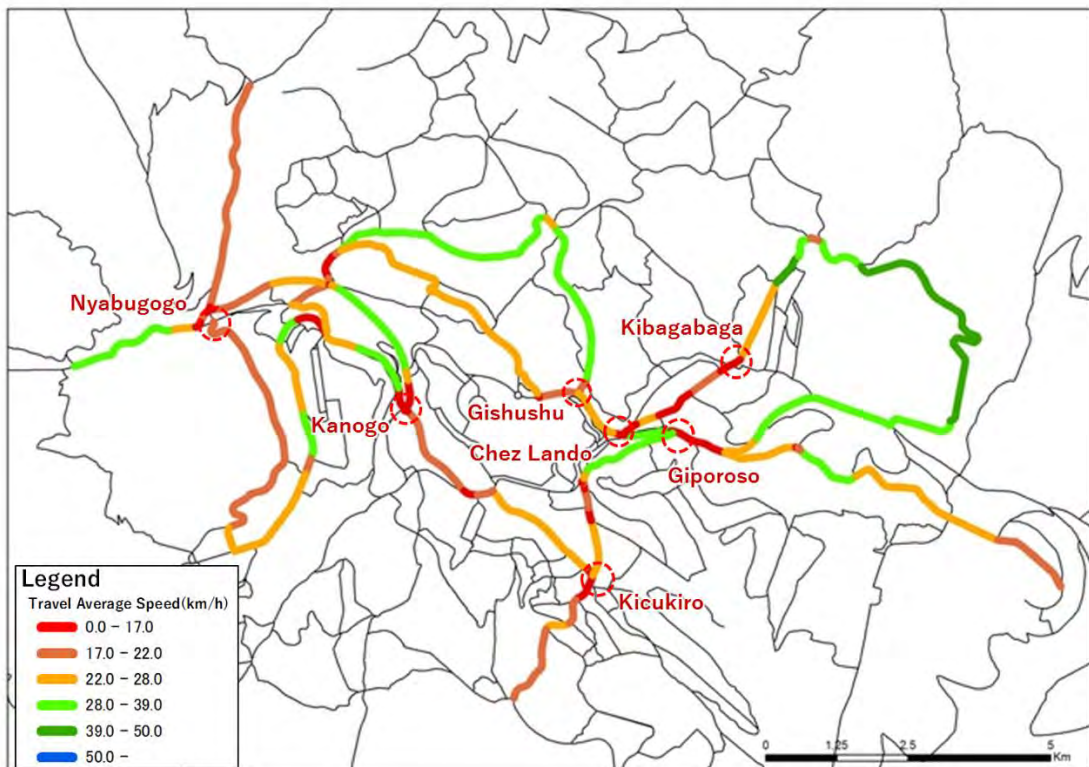
以下に示す旅行速度調査の結果では、旅行速度が低下している区間は交通渋滞が発生していることを表している。朝ピーク時間帯（6:00-9:00）にはニャブゴゴ、カノゴ、ギシュシュ、シェランド、キバガバガ、キチュキロ、ギポロソにおいて旅行速度の低下がみられた。

これら地点の旅行速度は平均 17km/h を下回っている。次に夕方ピーク時間帯（16:00-19:00）には、朝ピークと同じ地点で旅行速度の低下がみられたのに加えて、CBD やキナンバでも速度の低下が確認された。また調査路線全体でみたときに、夕方ピーク時間帯のほうが朝ピーク時間帯よりも平均旅行速度が遅くなっている。



出典：JICA 調査団

図 5.4.25: 朝ピーク時間帯の平均旅行速度 (6:00 - 9:00)



出典：JICA 調査団

図 5.4.26: 夕方ピーク時間帯の平均旅行速度 (16:00 - 19:00)

5.5 キガリ市の都市交通に関する課題

5.5.1 未舗装道路の改善

キガリ市の現在の道路ネットワークは80%以上が未舗装である。

これらの未舗装道路は、雨季には雨水に晒され轍が発生し、乾季には土埃が舞っているのが現状であり、乗り心地が悪く、積荷が破損し、所要時間が増加するなど様々な交通問題の原因となっている。

そのため、未舗装道路の改善が必要である。

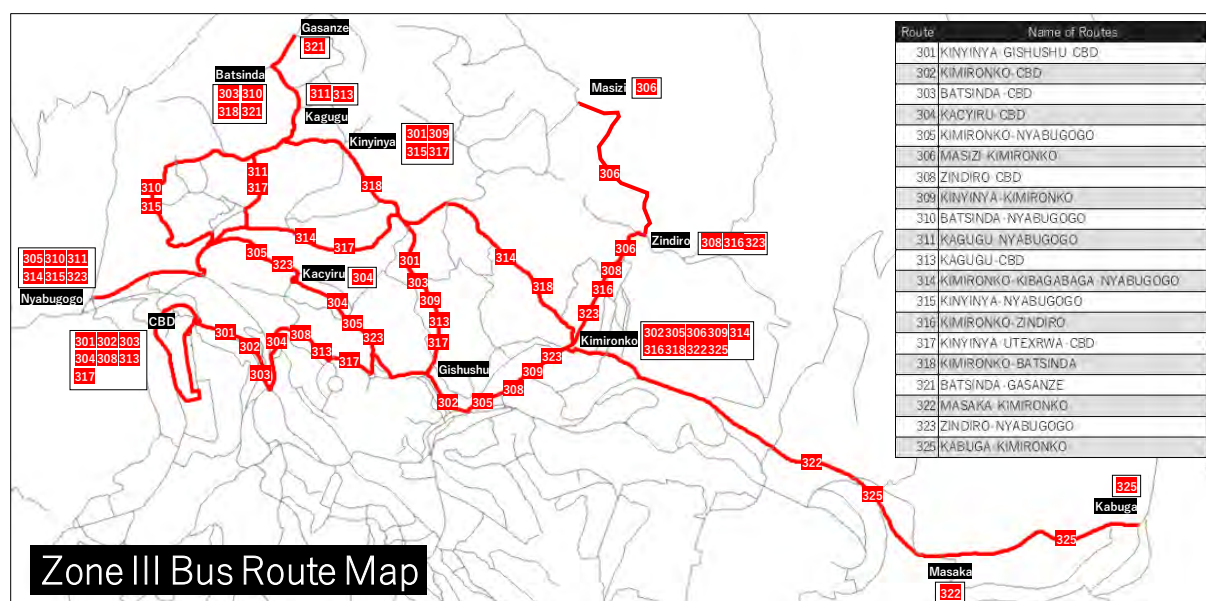
5.5.2 公共交通の利便性向上

キガリ市における公共交通は以下の課題を抱えており、それゆえ利便性は低い。

- 時刻表がないためいつバスが来るかわからない。
- バスターミナルではバスが満席になるまで出発しないため、いつ出発するかわからない。
- バスターミナルを出発したバスは満席のため、バス利用者はバスターミナル付近のバス停からバスに乗車することができない。
- バス路線図がないためバスがどのルートを通るかわからない
- ミニバスは折り畳み式補助席を使っているため、バス乗降に時間がかかる。

これらの課題は、時刻表およびバス路線図を作成し、バス利用者に対して情報提供するとともに、時刻表に従ったバス運行を行うことで解決できると考えられる。

下図に示すバス路線図は RFTC と一緒に作成したものである。彼らはこのようなバス路線図が有用だと認識しており、このような利便性向上のための取り組みが必要である。



出典：JICA 調査団

図 5.5.1: Zone III バス路線図

5.5.3 信号交差点の整備

キガリ市では信号サイクルは固定で運用されているため、交通渋滞の原因となっている。また、いくつかのラウンドアバウトではピーク時間帯に交通容量が足りていない。

キガリ市では、今後、交通量が大幅に増加するため、上記の交差点改良が必要である。

既存の信号については、信号制御システムを導入し交通需要に応じた信号サイクルを適用することで交通渋滞の緩和を図る。ラウンドアバウトについては、信号交差点への改良を行い、信号制御システムに組み入れることで、交通渋滞の緩和を図る。

5.5.4 交通事故対策

キガリ市では、二輪車が原因の事故が多い。まずは、二輪車の事故の原因を探る必要がある。無理な車線変更やすり抜け・追い越し、急な下り坂でのスピードの出し過ぎなどが二輪車の事故原因と推測される。

二輪車対策としては、以下が挙げられる。

- 二輪車専用レーンの設置

5.5.5 ワーキンググループでのコメント

(1) キガリ市の交通分野での課題に関して共通理解を深め、(2) 対応について議論し、(3) 調査の進捗状況を共有するために、ワーキンググループを編成した。2018年8月現在、3つのワーキンググループが実施されている。概要を以下に要約する。

表 5.5.1: ワーキンググループの概要

ワーキンググループ	日付	参加者	内容	主な協議結果
1 st WG	2018年 5月24日	<ul style="list-style-type: none"> ● RTDA (Chair) ● MINIFRA ● City of Kigali ● JICA ● JICA Survey Team 	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査概要 ● JICA 調査団からの質問 ● キガリ市の現在の交通状況に関する協議 	<ul style="list-style-type: none"> ● キガリ市において進行中/計画中の交通プロジェクトに関する情報収集 ● キガリ市での現在の交通分野の課題
2 nd WG	2018年 5月28日	<ul style="list-style-type: none"> ● RTDA (Chair) ● MINIFRA ● RURA ● City of Kigali ● JICA ● JICA Survey Team 	<ul style="list-style-type: none"> ● 第一回 WG の振り返り ● 日本における ITS の潮流紹介 ● キガリ市に考えられる ITS 技術の協議 	<ul style="list-style-type: none"> ● キガリ市に適した ITS 項目 ● キガリ市に適した Smart City Control の項目
3 rd WG	2018年 7月12日	<ul style="list-style-type: none"> ● MININFRA (Chair) ● RTDA ● City of Kigali ● JICA Survey Team 	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査進捗 ● 調査団提案事業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 進捗の確認 ● 提案事業に関する意見交換、協議

出典: JICA 調査団

(1) 第1回 WG を通じて提示された主要な課題

キガリにおける交通分野の現状と課題が、交通分野の利害関係者間で共通の理解を得るために議論された。ワーキンググループで確認された大きな課題は以下の通りです。

a) インフラストラクチャー

- NMT に関する施設の不足
- バス停留所、待合スペースの不足
- 舗装が必要な長大な道路網
- 路側帯における開口した排水溝
- 道路安全施設の不足（標識や路面標示）

b) 交通計画

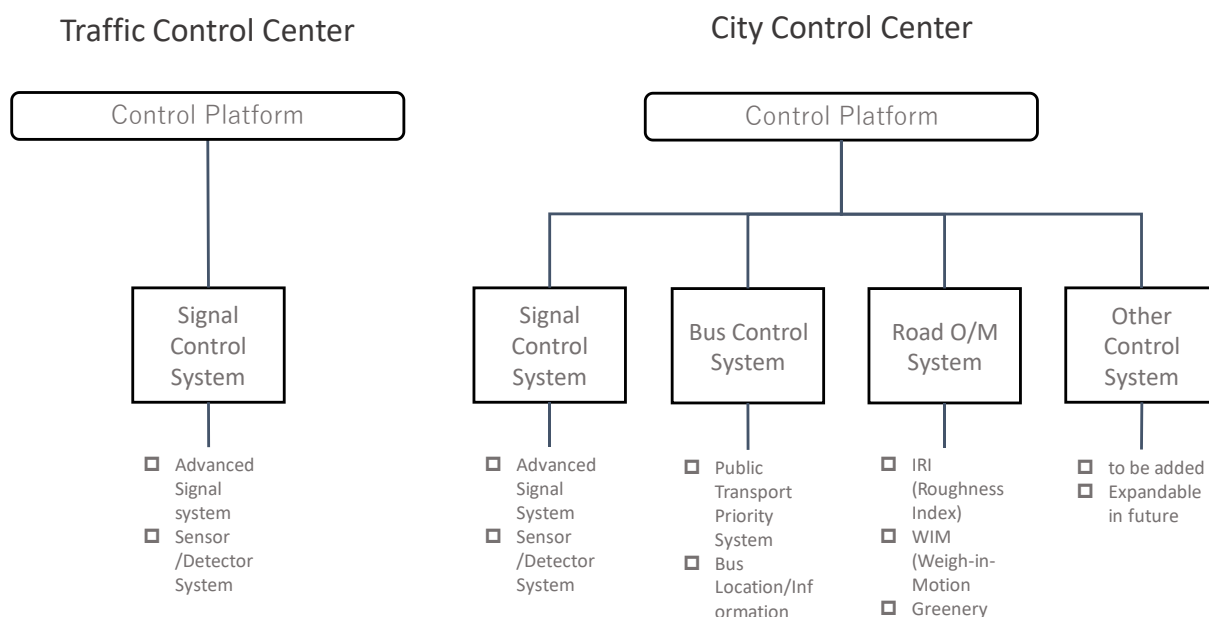
- 連携されていない信号
- 交通に関する基礎データの欠如
- 案内標識の欠如
- 古い型式の信号

c) 公共交通

- 時刻表の欠如
- 交差点において公共交通の優先通行に配慮されていない
- 幹線道路におけるバス専用道路の欠如
- 公共交通利用に関する運行情報が提供されていない
- モーターバイクの管理の必要性
- 不十分な道路網

(2) キガリ市スマートシティコントロールセンターの導入（第2回ワーキンググループで議論）

第2回ワーキンググループでは、ITS の潮流と日本の事例が JICA 調査団から発表された。また、交通管制センター（TCC）だけでなく、都市管理のための ITS やスマートコントロールを含むスマートシティコントロールセンター（CCC）もキガリ市に提案された。参加者はキガリ市にとって必要なコンセプトとして CCC の説明を受け、キガリ市にとって理想的な CCC の内容に関して活発な議論が行われた。以下の CCC の内容は、第2回ワーキンググループを通じて発表された。



出典: JICA 調査団

図 5.5.2: CCC の構成案

a) 交通全般

- 交通信号制御 (synchronizing the signals by utilizing ITS)
- ステークホルダー間のビッグデータの共有
- Operator contracts management by tracking systems
- 軸重管理システム
- Institutional arrangement advisory
- 走行速度規制の管理システム

b) 公共交通

- ITS を活用した公共交通の定時性確保
- リアルタイムの運行情報の提供システム
- 特殊なイベント時での交通管理 (ウムガンダを含む)
- データ収集 (例: 交通量、交通事故)
- 運転手へのリアルタイムのナビゲーションシステム
- キャッシュレスシステム
- バス駐車場所の管理
- バス専用道の管理

c) その他スマートシティに関する項目

- ITS を活用した廃棄物収集
- 道路緑化への散水
- 防災マネジメント（例 火災、地震）
- エネルギーマネジメント
- 道路照明のマネジメント
- 利用者への天気予報サービス
- 水路のモニタリングシステム

(3) 調査団からの提案事業（第3回ワーキンググループで議論）

第3回ワーキンググループの目的は、調査進捗の説明、協議ならびに、調査団からの提案事業（将来のJICA支援事業を前提とした）の候補の提案、議論であった。議論内容は第7章に記載する。

第 6 章 交通需要予測と道路交通プロジェクトの妥当性評価

交通調査結果を元に 2025 年、2030 年、2040 年におけるキガリ市の将来交通需要予測を行った。需要予測においては、既存の道路整備計画を反映するとともに、JICA 調査団が提案する事業を実施したケースの予測も行った。また、事業実施有無の比較により道路事業実施効果を把握し、プロジェクトの妥当性評価を行った。

6.1 交通需要予測

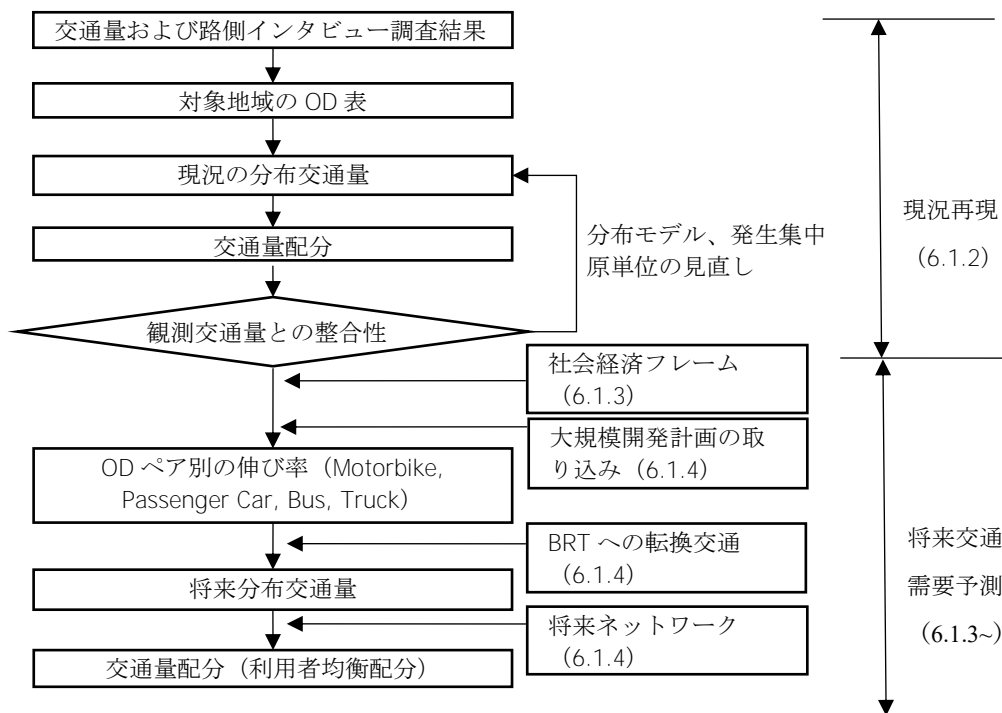
6.1.1 手法

(1) 目的

交通需要予測の目的は、現況のキガリ市内の交通流動を把握することを目的としており、さらに将来に渋滞が発生しうる箇所を特定するため実施する。

(2) 手法

交通需要予測は 4 段階推計法にしたがって実施した。手順としては大きく 2 段階に分けることができる。まず、2018 年の現況再現を実施する段階、そして将来の交通需要を予測する段階である。現況の交通流動を再現するために JICA 調査団は、路側インタビュー調査で得られた車種別の OD やトリップ目的を用いた。路側インタビュー調査の結果を用いて、交通量やキガリ市と周辺都市の社会経済状況を加味した分析を行った。



出典：JICA 調査団

図 6.1.1: 交通需要予測の実施手順

交通需要予測に用いた 2 次データを以下に示す。各種データは関係機関より収集された。セクター別の人口とその他詳細な社会経済指標は 2012 年以降公開されていないため、JICA 調査団は 2012 年の資料をもとに 2018 年の社会経済指標を予測した。

表 6.1.1: 二次データの出典元

データ区分	出典	機関
ルワンダ国内の車両登録台数	Statistic Year Book	ルワンダ統計局 (NISR)
現況と将来の土地利用	キガリ市交通マスタープラン	キガリ市 (CoK)
年齢別居住人口の分布	ルワンダ第 4 次人口住宅センサス 2012	NISR
就学人口	ルワンダ第 4 次人口住宅センサス 2012	NISR
就業人口	ルワンダ第 4 次人口住宅センサス 2012	NISR
失業者人口	ルワンダ第 4 次人口住宅センサス 2012	NISR
バス運行情報	-	ルワンダ公共事業規制局 (RURA)
道路ネットワーク	キガリ市交通マスタープラン	CoK

出典：JICA 調査団

(3) 交通ゾーン

交通ゾーンは行政界と人口分布をもとにして作成された。キガリ市内には 35 ゾーン、キガリ市外は 9 ゾーン、ルワンダ国外に 6 ゾーンを作成した。発生交通と集中交通はゾーンごとに予測された。



出典：JICA 調査団

図 6.1.2: キガリ市内の交通ゾーン



出典：JICA 調査団

図 6.1.3: ルワンダ国内の交通ゾーン

表 6.1.2: 交通ゾーン一覧

Traffic Zone	Province	District	Sector
1	Kigali	Gasabo	Bumbogo
2			Gatsata
3			Gikomero
4			Gisozi
5			Jabana
6			Jali
7			Kacyiru
8			Kimihurura
9			Kimironko
10			Kinyinya
11			Ndera
12			Nduba
13			Remera
14			Rusororo
15		Rutunga	
16		Gahanga	
17		Gatenga	
18		Gikondo	
19		Kagarama	
20		Kanombe	
21		Kicukiro	
22		Kigarama	
23		Masaka	
24		Niboye	
25		Nyarugunga	
26		Gitega	
27		Kanyinya	
28		Kigali	
29		Kimisagara	
30		Mageregere	
31		Nyarugenge	Muhima

32			Nyakabanda
33			Nyamirambo
34			Nyarugenge
35			Rwezamenyo
36		Burera, Musanze, Gakenke	
37		Gicumbi	
38	Amajyaruguru	Rulindo	
39		Gisagara, Muhanga, Ruhango, Nyanza, Huye, Nyamagabe, Nyaruguru	
40	Amajyepfo	Kamonyi	
41		Kayonza, Ngoma, Kirehe, Nyagatare, Gatsibo	
42		Bugesera	
43	Iburasirazuba	Rwamagana	
44	Iburengerazuba	Karongi, Nyabihu, Rubayu, Ngororero, Rutsiro, Nyamasheke, Rusizi	
45	Burundi		
46	Democratic republic of Congo		
47	Kenya		
48	Tanzania		
49	Uganda		
50	Zambia		

出典：JICA 調査団

(4) 換算係数

Rwanda Feeder Road Standards は各車種区分の乗用車換算係数を定めている。JICA 調査団は同基準をもとに乗用車換算係数を決定し、平均乗車人数は路側インタビュー調査の結果から算出した。バスの乗車人数に関しては、キガリ市内にいくつかの異なる大きさのバスが運行していることから、バスの大きさごとに平均乗車人数を算出した。JICA 調査団はルワンダ規制庁（Rwanda Utility and Regulatory Authority : RURA）より受領したバス運行データから平均乗車人数を算出している。運行データには、路線番号ごとのバス運行本数とバス運賃、総料金収入が含まれている。

表 6.1.3: 乗用車換算係数

	Rwanda Feeder Road Standards に記載の乗用車換算係数	JICA 調査団が採用した乗用車換算係数
バイク	0.5	0.5
乗用車	1.0	1.0
小型バス	2.0	2.0
中型バス	2.0	
大型バス	2.0	
小型トラック	1.0	1.7
大型トラック	3.5	

出典: Rwanda Feeder Road Standards

表 6.1.4: 車種別平均乗車人数

車種	平均乗車人数
バイク	1.38
乗用車、ピックアップ、ジープ	2.03
小型バス	3.47
中型バス	22.05
大型バス	50.70
小型トラック	2.26
大型トラック	2.00
その他 (Tractors, bicycle etc)	2.80

出典：JICA 調査団

(5) 道路ネットワーク

道路ネットワークの線形や規格を決めるために、キガリ市交通マスタープランに示されている現況と 2040 年将来のキガリ市内の道路網を活用した。キガリ市交通マスタープランでは高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路の 4 車種区分に分かれている。一方で、道路法令 No. 55/2011 ではルワンダ国内の道路種級として、舗装もしくは未舗装の国道、地区道クラス 1、地区道クラス 2 に分かれている。JICA 調査団はこれら道路種級を参照しつつも、現地踏査やキガリ市からの受領 GIS データや独自に計算を行ったうえで、道路交通容量を決定した。

$$\text{多車線道路} : C_D = C_B \times F_{lw} \times F_{rs} \times F_{los} \times \frac{N}{2} \times \frac{100}{K} \times \frac{100}{D}$$

$$\text{2 車線道路} : C_D = C_B \times F_{lw} \times F_{rs} \times F_{los} \times \frac{100}{K}$$

C_D : 日交通容量 PCU/day

C_B : 基本交通容量 PCU/day

F_{lw} : 車線幅員による補正係数

F_{rs} : 側方余裕に関する補正係数

F_{tr} : 地形条件に関する補正係数

F_{los} : サービス水準による補正係数

N : 車線数

K : K 値, ピーク率

D : D 値, 重方向交通割合

表 6.1.5: 基本交通容量

道路区分	基本交通容量	
多車線もしくは一方通行	2200	pcu/h/車線
2 方向 2 車線道路	2500	pcu/h/2 車線
2 方向 1 車線道路	500	pcu/h/車線

出典：道路の交通容量

表 6.1.6: 車線幅員による補正係数

車線幅員 (m)	補正係数
$W \geq 3.25$	1.0
$3.25 > W \geq 3.00$	0.94
$3.00 > W \geq 2.75$	0.88
$2.75 > W \geq 2.50$	0.82

出典：道路の交通容量

表 6.1.7: 側方余裕に関する補正係数

側方余裕 (m)	1.75	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0
2 車線道路	1	0.96	0.92	0.86	0.81	0.75	0.7
多車線道路	1	0.99	0.98	0.97	0.94	0.9	0.81

出典：道路の交通容量

表 6.1.8: 地形状況による補正係数

	2 車線	多車線
Expressway	1	1
Mountainous	0.9	0.95
Flat	0.85	0.9
Urban	0.7	0.75

出典：道路の交通容量

表 6.1.9: サービス水準による補正係数

区分	1~2 車線	3 車線以上
Urban	0.80	0.80
Others	0.90	0.90

出典：道路の交通容量

表 6.1.10: K 値と D 値による補正係数

区分	K 値 (%)	D 値 (%)
Urban	7	56

出典：道路の交通容量

表 6.1.11: 信号交差点による補正係数

道路区分	補正係数
2 lanes	0.8
Multi lanes	0.6

¹出典：道路の交通容量

表 6.1.12: 道路区分ごとの日交通容量

道路区分	速度	車線数	交通容量
HCUR	60	2	19,327
Major Arterial (4 lanes)	60	4	32,800
Major Arterial (2 lanes)	60	2	26,910
Minor Arterial	60	2	19,327
Rural Collector	40	2	17,394
Community Road	40	2	6,958
Unpaved Road in outer area	50	2	10,808

出典：JICA 調査団

¹ 道路の交通容量（日本道路協会）を参照し、各補正係数を定めている。

6.1.2 現況再現

(1) 社会経済状況

キガリ市内の交通流動を分析するために、キガリ市内の人口分布についての情報が必要不可欠である。ルワンダ国立統計局（NISR）は 2012 年の第 4 次人口住宅センサスにおいて人口情報をまとめている。2018 年の人口は、2012 年の統計情報に加えてキガリ市交通マスタープランのデータをもとに算出を行った。2012 年の統計情報を以下に示す。

表 6.1.13: キガリ市とルワンダ国の人口

	居住人口 (人)	世帯数 (世帯)	16 歳以上 の人口 (人)	16 歳以上の 人口に占める 就業者の割合	就学人口		
					未就学児	初等教育 (7-12 歳)	中等教育 (7-12 歳)
ルワンダ	10,515,973	2,424,898	-	73.6	1,280,857	1,712,459	1,365,771
キガリ	1,132,686	286,664	729,124	68.6	114,995	134,487	131,585

出典：ルワンダ第四次人口住宅センサス, 2012 (NISR)

(2) 4 段階推計

上述したように基準年における現況再現は路側インタビュー調査の結果や社会経済データ、道路網データを用いて予測を行った。

OD 表の作成手順としてははじめに、調査地点の近辺に位置する交通ゾーンからの発生・集中交通を車種別、トリップ目的別、市内市外に分けて発生集中モデルを作成しパラメータを予測している。予測されたパラメータを用いてキガリ市内の交通ゾーンについて発生集中交通量を予測し、次に路側インタビュー調査の結果から予測された分布モデルを用いて分布交通量を予測した。路側インタビュー調査では、バスのトリップを収集できていないため RURA より受領した運行データをもとに OD 表を作成している。

表 6.1.14: 発生集中交通の予測で考慮した条件

変数	分類
Location	Kigali city, outside Kigali city, outside Rwanda
Type of vehicle	Motorbike, Passenger Car, Bus, Truck
Trip purpose	To Work, To School, To Home, Other
Personal Attributes	Labor force people, School Attend People, Others

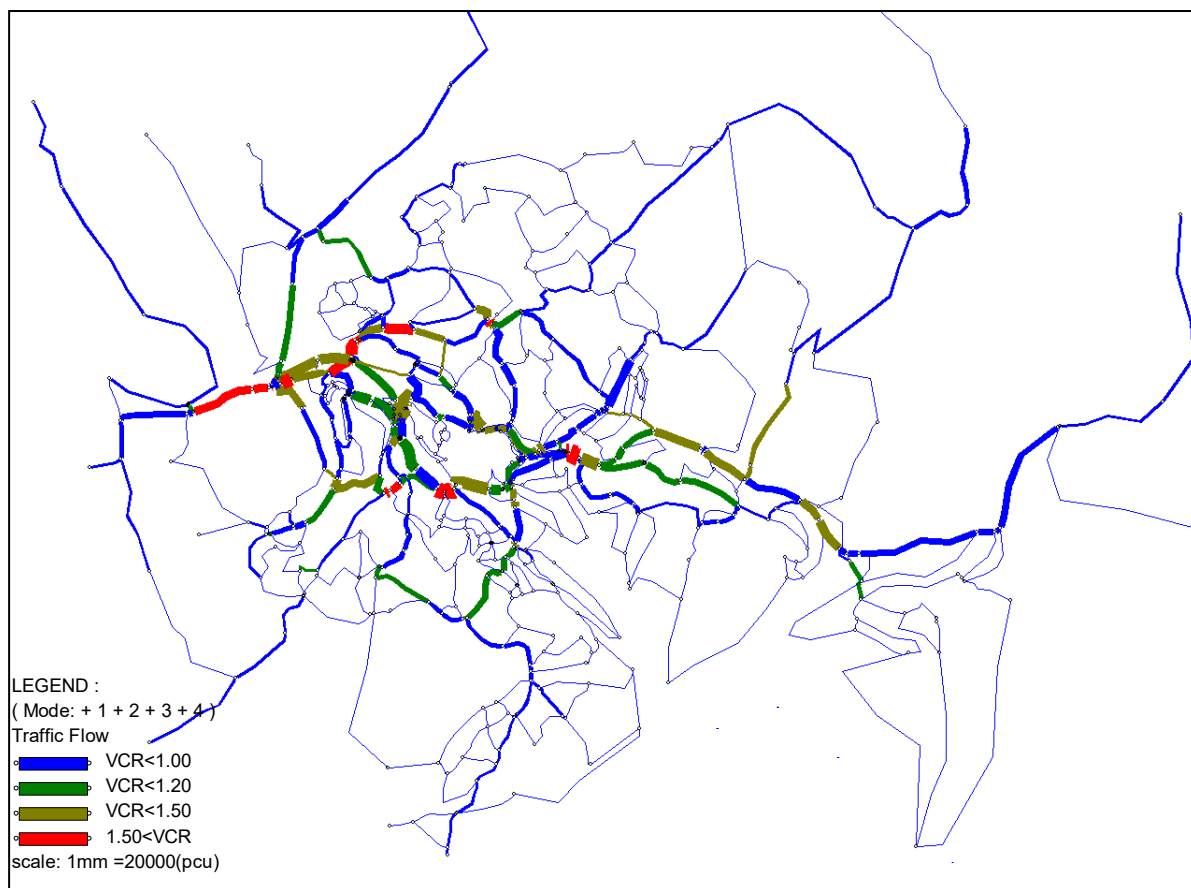
出典：JICA 調査団

最後に、配分交通量は利用者均衡配分によって予測され、実際の観測交通量との相関を鑑みた上で補正した。補正は再現結果の断面 OD と路側インタビュー調査で得られた断面 OD を比較しフレーター法で補正している。以上の手順をもって現況再現を実施した。

(3) 現況再現の結果

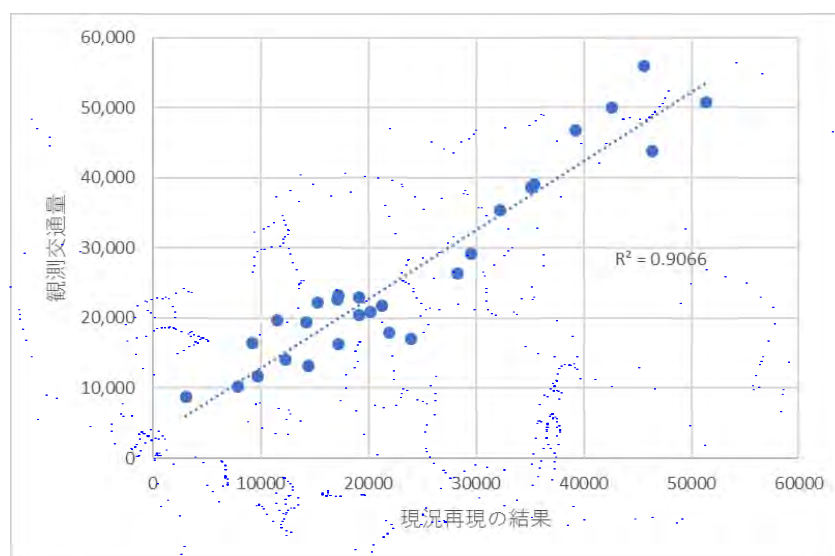
現況再現の結果を以下の図に示す。決定係数は 0.91 となり観測交通量との間に相関関係が確認された。現況再現の結果、RN3 や RN15、KN5、KN3 で容量を超える交通が発生していることがわかる。旅行速度調査の結果も似たような結果を示しており、主要幹線道路が混雑している状況が分かった。

市内を東西方向に横断するためには、KN3 か RN3 を通過する必要がある。よって、東西方向へ通行する車両は、これら 2 路線に交通が集中している。よって高い VCR の値は、KN3 や RN3 沿いの地点やギソジやコンベンションセンター近辺の道路、ギポロソ、ニャブゴゴで確認された。



出典：JICA 調査団

図 6.1.4: 現況再現の結果



出典：JICA 調査団

図 6.1.5: 観測交通量と現況再現結果との比較

以下からはキガリ市の将来交通需要を予測する手順や結果を示す。

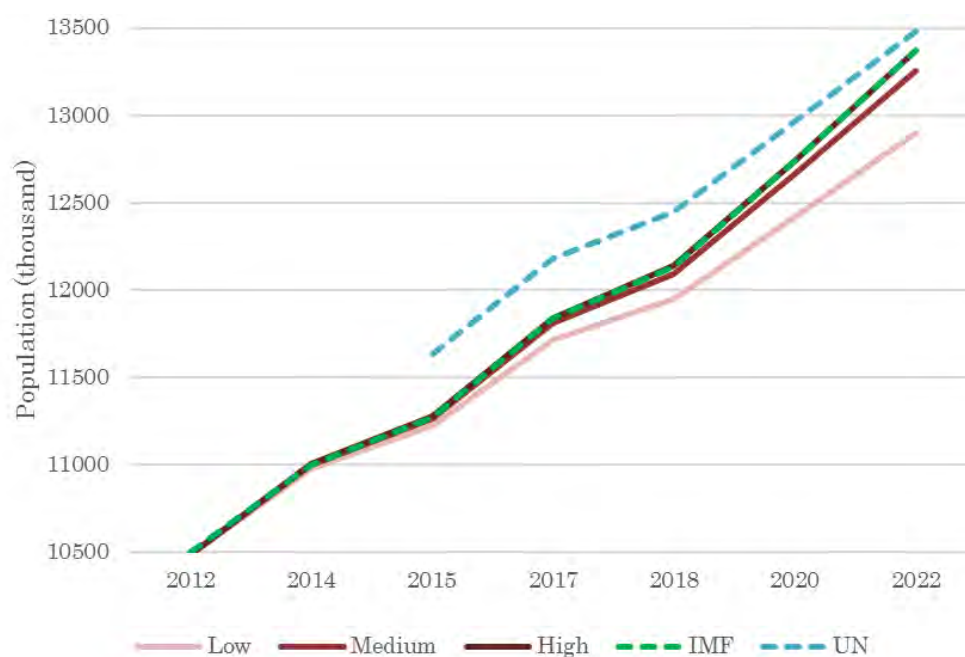
6.1.3 社会経済フレーム

(1) 人口

将来交通需要予測を実施するに当たって、将来人口の情報は必要不可欠である。キガリ市の将来人口は、キガリ市都市マスタープランの数値をもとに交通ゾーンごとに配分した。また将来人口の推計にあたっては、居住人口の他に就業人口や従業人口、通学人口を考慮している。

一方で、キガリ市以外のルワンダ国内における将来人口は、以下の手順で計算した。

- ① ルワンダ統計局（National Institute of Statistics of Rwanda : NISR）は 2012 年の第 4 次人口住宅センサスにおいて県別の 2032 年までの高位、中位、低位での人口予測を実施している。JICA 調査団は IMF と UN の人口予測と NISR の予測を比べて、NISR のセンサスのうち高位の人口予測と IMF や UN の予測で当てはまりが良いことを確認した。よって、NISR の高位の人口予測を県別の将来人口として採用した。さらに NISR の人口予測では 2032 年以降の人口予測が存在していないため、UN の人口予測を踏まえて 2040 年の人口を JICA 調査団独自で設定している。



出典：JICA 調査団

図 6.1.6: ルワンダ国の高位、中位、低位の人口予測

② ブゲセラ国際空港の開港により、ブゲセラ県の人口増加が予想されている。しかし 2012 年での NISR のセンサスとブゲセラ空港の開発計画である Bugesera Airport Belt_Urban Development Plan とでは乖離がみられる。そこで Bugesera Airport Belt_Urban Development Plan に記載されているブゲセラ県の人口を引用し、人口の補正を行った。

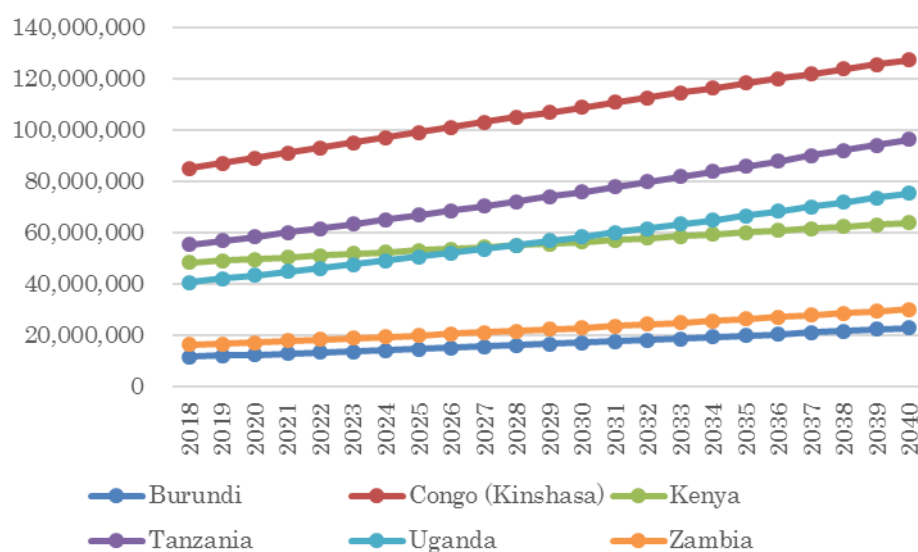
③ 上述の②とキガリ市の人口伸び率を考慮した上で、他県の人口を補正している。以上から予測されたゾーン別の人口を以下に示す。

表 6.1.15 将来の居住人口

Zone	Location	2018	2025	2030	2040		
1	Kigali	Bumbogo	48,401	98,134	118,089	153,393	
2		Gatsata	50,055	47,923	51,885	58,895	
3		Gikomero	22,719	29,670	35,937	47,025	
4		Gisozi	59,912	85,948	99,880	124,528	
5		Jabana	45,799	50,046	67,677	98,870	
6		Jali	34,048	47,745	55,280	68,612	
7		Kacyiru	49,441	65,002	74,273	90,676	
8		Kimihurura	29,124	44,770	52,449	66,035	
9		Kimironko	77,411	136,214	162,737	209,663	
10		Kinyinya	70,662	184,747	228,715	306,503	
11		Ndera	60,304	139,293	174,509	236,814	
12		Nduba	34,596	65,323	78,593	102,070	
13		Remera	58,121	76,235	88,834	111,123	
14		Rusororo	47,499	110,598	158,317	242,742	
15		Rutunga	20,513	42,258	42,662	43,376	
16		Kicukiro	Gahanga	37,859	126,735	180,812	276,486
17			Gatenga	77,324	91,715	117,459	163,004
18			Gikondo	28,988	32,470	37,560	46,564
19			Kagarama	12,976	80,662	102,675	141,621
20			Kanombe	71,417	94,762	139,375	218,304
21			Kicukiro	19,369	31,489	36,635	45,740
22			Kigarama	60,443	86,562	101,410	127,680
23			Masaka	53,221	121,843	217,265	386,087
24			Niboye	34,864	66,124	79,368	102,799
25			Nyarugunga	51,509	98,568	119,071	155,346
26		Nyarugenge	Gitega	33,343	40,084	42,963	48,057
27			Kanyinya	29,476	53,985	64,426	82,899
28			Kigali	47,190	43,410	59,087	86,823
29			Kimisagara	63,298	59,903	64,299	72,077
30			Mageregere	32,014	32,161	53,815	92,127
31			Muhima	22,425	34,259	35,961	38,971
32			Nyakabanda	34,505	37,468	41,388	48,323
33			Nyamirambo	64,722	80,335	94,558	119,723
34			Nyarugenge	20,187	38,822	44,655	54,977
35			Rwezamenyo	22,329	24,735	27,382	32,066
36	Amajyaruguru	Burera,Musanze, Gakenke	1,203,436	1,318,745	1,442,483	1,616,707	
37		Gicumbi	456,422	500,155	547,085	613,162	
38		Rulindo	331,906	363,708	397,835	445,886	
39	Amajyepfo	Gisagara, Muhanga, Ruhango, Nyanza, Huye, Nyamagabe, Nyaruguru	2,595,285	2,843,957	3,110,806	3,486,530	
40		Kamonyi	392,846	430,487	470,880	527,753	
41	Iburasirazuba	Kayonza,Ngoma, Kirehe,Nyagatare,Gatsibo	2,215,540	2,427,825	2,655,628	2,976,376	
42		Bugesera	417,551	457,559	500,492	560,942	
43		Rwamagana	361,649	396,301	433,486	485,843	
44	Iburengerazuba	Karongi, Nyabihu, Rubayu, Ngororero, Rutsiro, Nyamasheke, Rusizi	2,851,142	3,124,329	3,417,485	3,830,250	

出典：JICA 調査団

次にルワンダ国外の人口は、United States Census Bureau において予測されている 2040 年の人口を参照した。



出典：United States Census Bureau

図 6.1.7: ルワンダ周辺国の人口

(2) GDP

交通需要予測にあたっては、将来の経済成長による自動車保有率の上昇や物流の増加を検討する必要があり、そのためにはルワンダ国に限らず周辺国の GDP 将来値も必要となる。

『アフリカ地域北部回廊物流網整備マスタープラン策定支援プロジェクト』では北部経済回廊沿いの各国の GDP が記載されている。さらに今回の対象国に含まれるザンビアにおいては『ザンビア国ルサカ南部複合的経済特区 M/P 調査』に記載されている GDP 成長率を活用した。

表 6.1.16: 東アフリカ共同体における年間 GDP 成長率

Country	2015	2020	2025	2030
Burundi	4.8%	4.5%	4.5%	4.2%
Rwanda	7.0%	6.0%	5.5%	5.0%
Tanzania	7.2%	7.0%	6.5%	6.0%
Kenya	6.0%	8.6%	7.9%	5.7%
Uganda	5.0%	9.5%	10.8%	5.7%
DRC	8.5%	5.4%	5.5%	5.5%
South Sudan	3.4%	5.5%	6.5%	6.0%

出典：アフリカ地域北部回廊物流網整備マスタープラン策定支援プロジェクト最終報告書

6.1.4 将来需要予測

(1) 将来ネットワーク

将来ネットワークは以下の整備計画を反映した。

表 6.1.17: 将来の道路整備計画

事業名	速度	容量	整備年	備考
キガリ環状道路事業	90km/h	80,988pcu	2024年	-
BRT	-	-	2025年 2030年 2040年	専用道を考慮したネットワーク作成（1車線ずつ削除）
キガリ-カヨンザ道路整備事業	60km/h	32,800（4車線）	2025年	-
キガリ-ムハンガ-アカニャル道路整備改修事業	60km/h	32,800（4車線）	2019年	キガリ-ムハンガ間のみ対象
キガリ-ブゲセラ国際空港高速道路	60km/h	32,800（4車線）	2020年	-
ニャブゴゴ-ジャバナ及びニャチョンガ-ムコト道路改修事業	60km/h	32,800（4車線）	2022年	-
キガリ都市道路改修および整備事業（3.3.1（6）に該当するプロジェクト）	60km/h	道路種級に応じて設定	2025年	-
7つの交差点改善事業	都市全体の需要予測モデルには考慮せず、ミクロシミュレーションにて別途検討予定。			
標準軌鉄道事業	整備年や整備形態、輸送能力について不明な点が多いため反映せず。			
MRT事業	整備路線や輸送能力について不明な点が多いため反映せず。			
キガリ市交通マスタープラン	道路種級に応じて設定	道路種級に応じて設定	2025年、2040年	-

出典：JICA 調査団

表 6.1.18: 将来の大規模開発計画

事業名	整備年	交通量の算出
キガリロジスティックプラットフォーム（KLP）	2020年	Kigali Logistics Platform Project Brief に記載の数値を参照
ブゲセラ国際空港の周辺開発	段階的な開発	ブゲセラ県の将来人口を上乗せ
ブゲセラ国際空港	2020年	Bugesera Airport Master Plan に記載の数値を参照

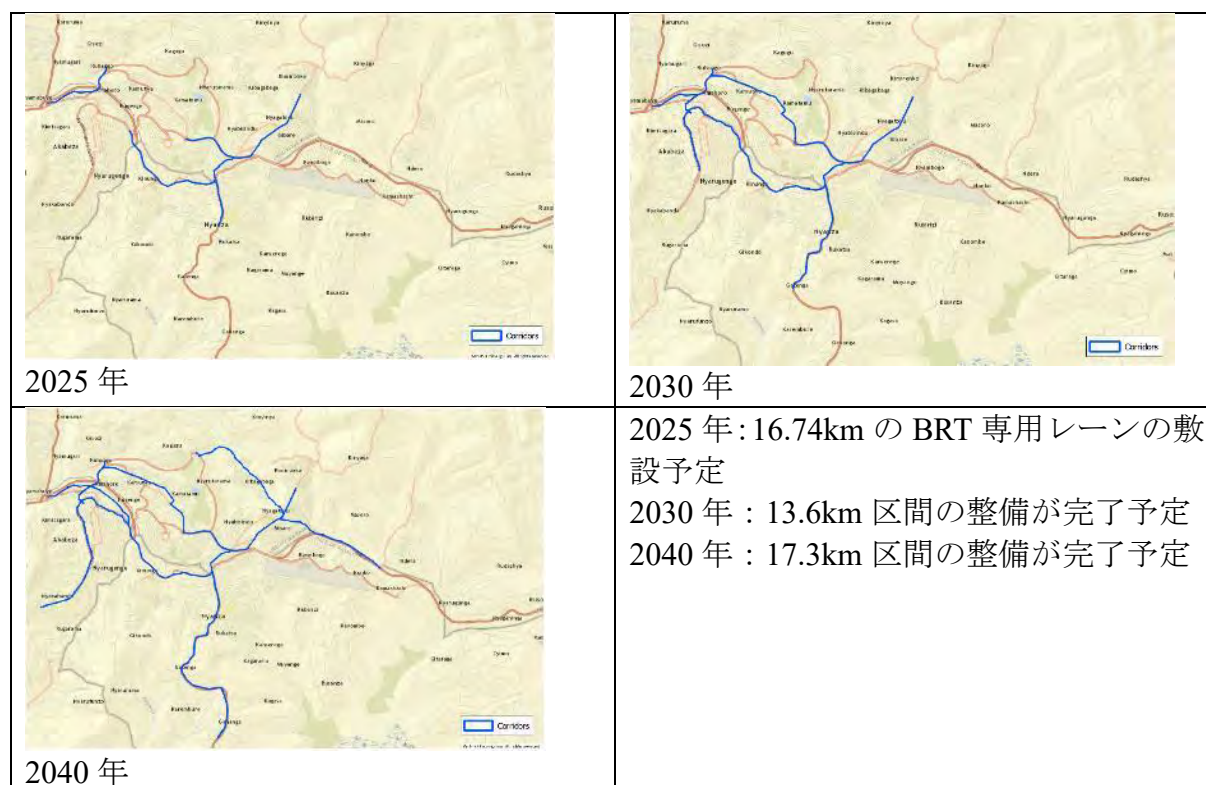
出典：JICA 調査団

環状道路など高規格道路（HCUR）が有料道路として建設される場合には、料金抵抗を考慮した上で利用交通量を予測する必要がある。しかし、キガリ環状道路の FS 報告書（Consultancy Services for Feasibility Study, Technical and Economic Studies, Detailed Engineering Design and Preparation of Tender Documents for Kigali Ring Road（80km） of Feasibility Study Report（Draft））には具体的な料金が記載されていない。

一方で、キガリ-ブゲセラ国際空港高速道路では ATL 社への聞き取りの結果、高規格道路（HCUR）においては料金徴収を実施しないことが確認されている。

BRT は、second interim report 中に年次別の整備計画が示してあり、さらに BRT や都市内バスの旅客者数が示されている。キガリ市は BRT とは別にバス優先道路（Dedicated bus lanes）を計画していたが BRT の FS が実施中のため、優先道路の整備計画は具体化されていないことがキガリ市役所の担当者から聞かれた。よって、将来ネットワークにおいて、BRT FS second interim report に記載の整備計画を参照するものとする。

以下に BRT の専用道を整備する区間を示す。



出典：Consultancy Services for Feasibility Study, Technical and Economic Studies, Detailed Engineering Design and Preparation of Tender Documents for Kigali Ring Road (80km) of Feasibility Study Report (Draft)

図 6.1.8: 年次別の BRT の整備区間

キガリ市交通マスタープランには、将来の道路整備計画が示されている。よって、これら道路整備計画を考慮した道路ネットワークを将来のネットワークデータとした。キガリ市交通マスタープランに示されている道路計画では、Major Arterial は 2025 年に往復 3 車線整備とすることが想定されている。しかし、2018 年時点でいくつかの路線ではすでに往復 4 車線整備が進められている区間が確認された。ここから、現況の道路整備状況を踏まえた上でのネットワーク設定を実施した。

(2) 将来の発生集中交通量

ゾーン別の将来人口や就業人口などの推計値を用いて、将来の生成交通量を算出した。

一般的に経済発展に伴い自家用車保有率が上昇するなどの背景から、一人あたりのトリップ数は増加する傾向にある。NMT を除く一人あたりのトリップ数は、BRT FS を参考に、キガリ居住者に関しては、2018 年の 0.86trips/人/日から 2040 年には 1.17trips/人/日に増加するよう設定した。次に貨物交通量は、GDP の推移をもとに将来の交通量を算出した。

(3) 将来の分布交通量

分布交通量は、現況の OD パターンを活用した平均成長率法を採用している。平均成長率法は、発生ゾーンにおける発生交通量の伸びおよび集中ゾーンにおける集中交通量の伸びの平均値を採用し、分布交通量の将来値を予測する手法である。

$$T_{ij} = t_{ij} * \frac{1}{2} \left(\frac{G_i}{g_i} + \frac{A_j}{a_j} \right)$$

T_{ij} : 将来の分布交通量 t_{ij} : 現在(2018)の分布交通量

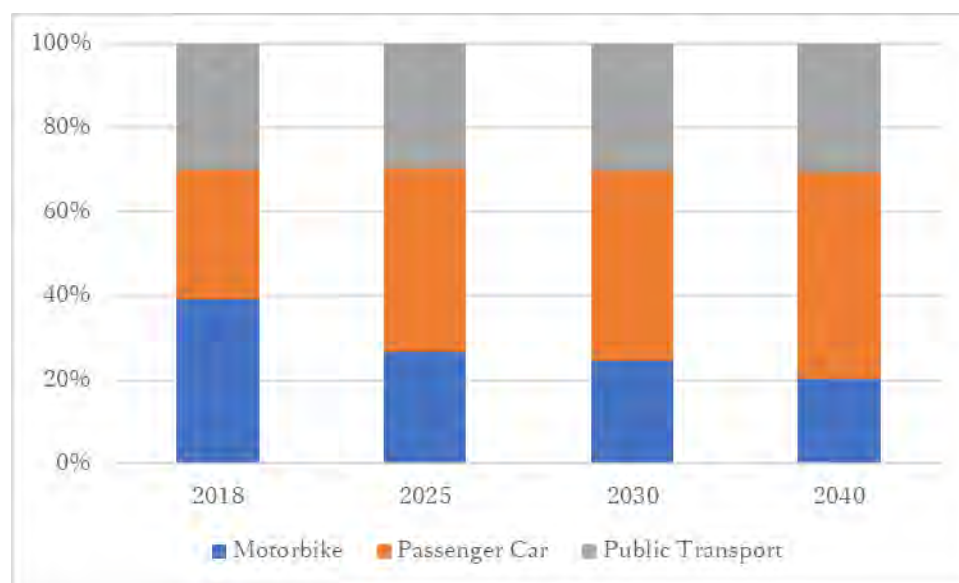
G_i : 将来の発生交通量 g_i : 現在(2018)の集中交通量

A_j : 将来の集中交通量 a_j : 現在(2018)の集中交通量

(4) 将来の機関分担交通量

分布交通量を各機関別に分ける作業では、BRT FS を考慮し公共交通網が強化されることを前提とした機関分担率を設定した。BRT FS では Ref Scenario と BRT Scenario が記載されている。このうち BRT シナリオをもとに機関分担率を設定している。設定された機関分担率を以下に示す。2040 年にむけて、公共交通の利用が増えることが考えられるが、予測の結果自家用車の保有率が高まることからとりわけ自家用車でのトリップが増えることが明らかとなった。公共交通利用のトリップ数は増えるものの、分担率の面から考えると BRT の整備によって著しく公共交通の利用率が増えているわけではない。BRT FS の予測結果でも同様の傾向である。

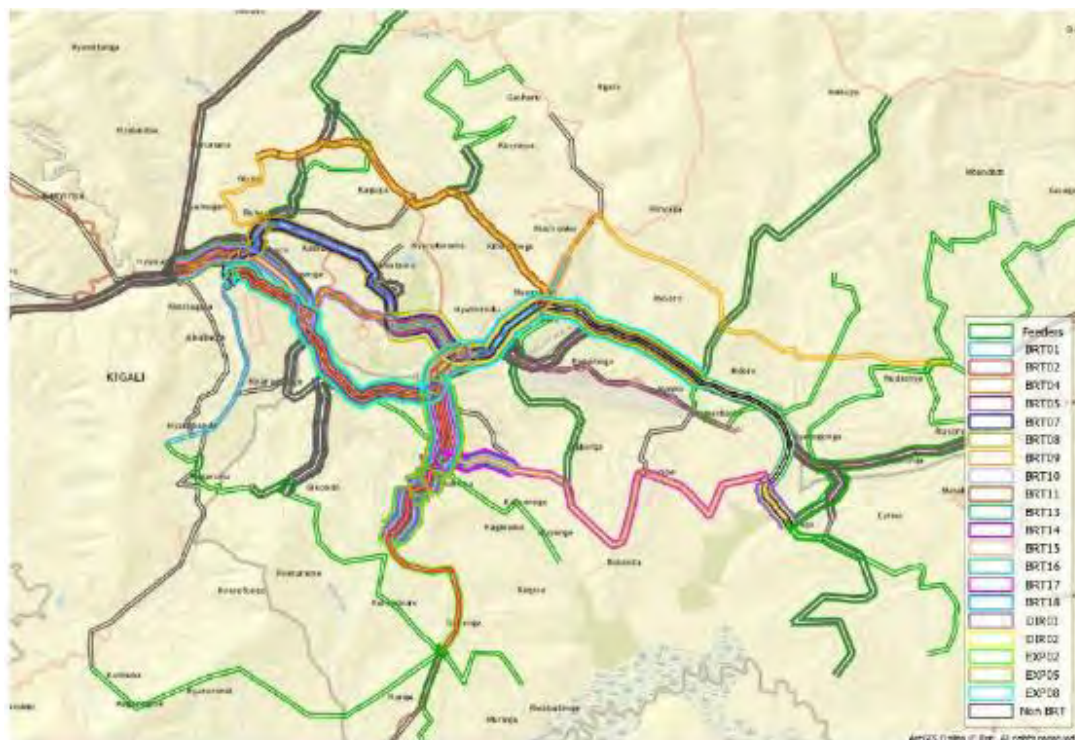
以下の機関分担率は、BRT FS の予測結果を踏まえて JICA 調査団独自で設定したものである。



出典：JICA 調査団

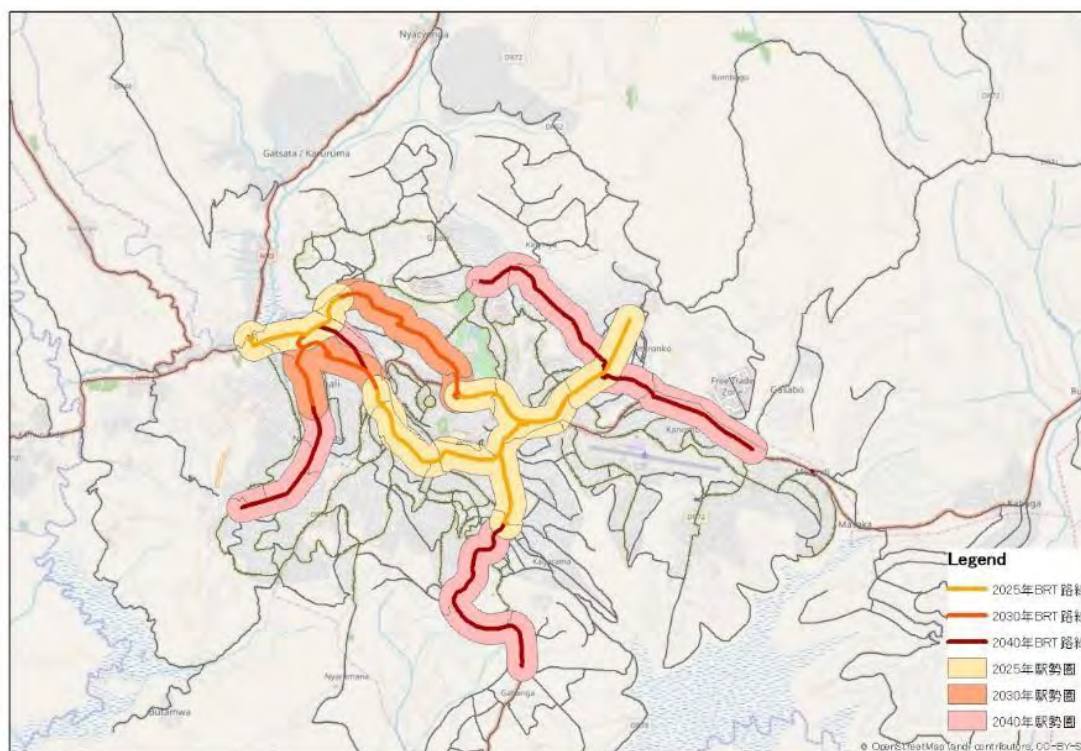
図 6.1.9: NMT や貨物交通を除く機関分担率

BRT によるトリップは路線別でなく BRT 路線全体の総量のみが記載されており、ゾーンごとおよび路線ごとのトリップ数が記載されていない。よって、各ゾーンでの BRT 利用者数は独自に設定する必要がある。まずは、BRT の整備路線から半径 400m 範囲を BRT 駅勢圏とし、各ゾーンに含まれる BRT 駅勢圏の面積割合から BRT 利用者数を按分して算出した。最後に BRT 利用者の分布交通量を各ゾーンで算出された BRT の発生集中交通量からフレーター法を用いて分配している。なお、半径 400m の徒歩圏域は、BRT FS においても採用されている値である。以下に、BRT および都市内バスの整備路線と BRT 駅勢圏の推移を示す。



出典：Consultancy Services for Feasibility Study, Technical and Economic Studies, Detailed Engineering Design and Preparation of Tender Documents for Kigali Ring Road (80km) of Feasibility Study Report (Draft)

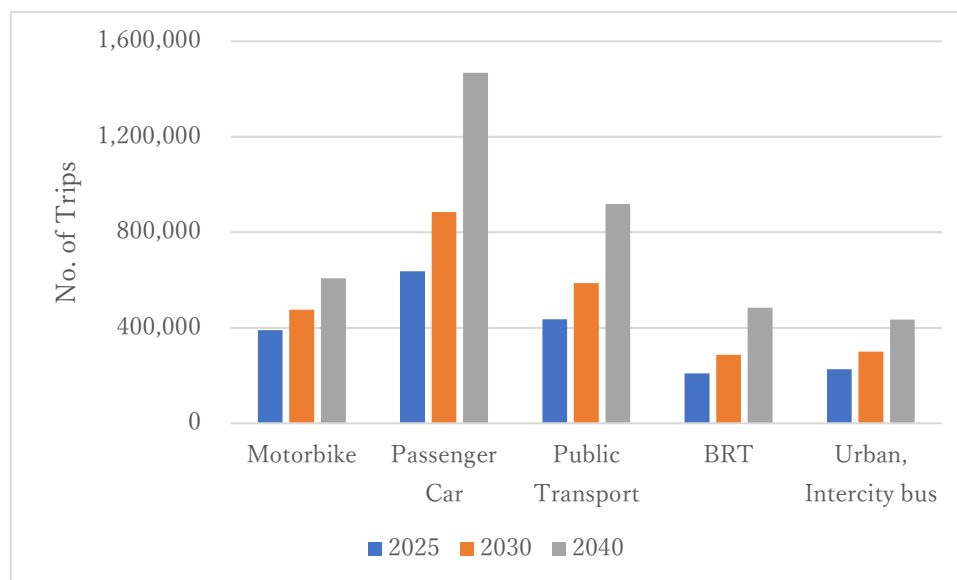
図 6.1.10: BRT および都市内バスの整備計画



出典：JICA 調査団

図 6.1.11: BRT 駅勢圏の推移

キガリ市内には BRT が整備される予定だが合わせて既存の路線バスサービスも BRT の整備区域外などで運行される。BRT を除く都市内バス利用者の利用者は、公共交通利用者の将来利用者数から BRT 利用者数分を除いた値を総計として各ゾーンに配分している。



出典：JICA 調査団

図 6.1.12: モード別のトリップ数の伸び

(5) 開発計画の取り込み

交通需要予測の実施のためには、将来の工業団地や空港など大規模な開発計画を取り込む必要がある。

まず、キガリ市の西部に位置する **Masaka Sector** にてキガリロジスティックプラットフォーム (KLP) が現在建設されており、2016 年に 25 年のコンセッション期間で契約が締結されている。KLP は 2020 年を完成予定時期としており、開業当初は、以下の交通量を想定している。よって、これらの開発交通を需要予測に反映した。

表 6.1.19: KLP からの交通量

車種	veh/year
Container trailer 1 TEU	51,000
Container trailer 2 TEU	26,000
small cargo truck	130,000
staff vehicle	36,500
supply vehicle	36,500

出典：Kigali Logistics Platform Project Brief

次に、ブゲセラ国際空港は 2020 年までの開港を目指しており、以下のような、旅客者数および貨物輸送量の将来推計がなされている。ATL 社への聞き取りの結果、キガリ国際空港はブゲセラ新国際空港が運用開始された後においては旅客や貨物輸送に用いないことが聞かれた。つまり旅客および貨物輸送は、ブゲセラ国際空港に絞りキガリ国際空港は軍用に使用される。

したがって、以下の推計値は 2020 年以降、ブゲセラ新国際空港からの生成交通量とした。しかし、貨物輸送量については重量ベースの予測のため、交通量に変換する必要がある。本情報収集・確認調査では路側インタビュー調査を行っており、車種分類と輸送重量を聞き取っている。路側インタビュー調査の結果から、貨物車両一台分の輸送量の原単位を算出し、貨物輸送量を貨物交通量に変換した。

またブゲセラ国際空港の旅客および貨物輸送量の将来予測は、2025 年までしか実施されていない。よって交通需要予測の目標年次である 2040 年までの数値を推計する必要がある。しか

し地域別の旅客者数や航空便の就航予定など詳細な情報が含まれていないため、今回の将来予測では、旅客者数をキガリ市の人口伸び率から、貨物輸送量をルワンダの GDP から簡易的に推計している。

表 6.1.20: ブゲセラ国際空港からの旅客者数予測

単位：人

	2006年	2010年	2015年	2020年	2025年
Base	290,000	386,000	542,000	752,000	1,008,000
High	290,000	406,000	613,000	914,000	1,314,000
Low	290,000	371,000	501,000	662,000	850,000

出典：Bugesera Airport Master Plan

表 6.1.21: ブゲセラ国際空港からの貨物交通量予測

単位：トン

	2005	2010	2015	2020	2025
Base	5,830	7,400	9,500	12,100	15,500
High	5,830	7,700	10,200	13,500	17,800
Low	5,830	7,100	8,600	10,500	12,800

出典：Bugesera Airport Master Plan

ブゲセラ国際空港の開港によって、空港周辺の都市開発が今後進展するものと考えられる。ブゲセラ地区によって発行されている **Bugesera Airport Belt Urban Development Plan** では、以下のようにブゲセラ地区での将来人口が予測されている。ブゲセラ地区における将来開発は、将来人口を増やして生成交通量を増加させることで、空港の周辺開発を考慮した。

Sector	Population						
	2012	2022			2032		
		High	Medium	Low	High	Medium	Low
GASHORA	22,119	66357	55297.5	44238	132714	110595	88476
JURU	23,703	71109	59257.5	47406	142218	118515	94812
KAMABUYE	20,864	62592	52160	41728	125184	104320	83456
MAREBA	22,350	67050	55875	44700	134100	111750	89400
MAYANGE	28,297	84891	70742.5	56594	169782	141485	113188
MUSENYI	29,341	88023	73352.5	58682	176046	146705	117364
MWOGO	17,575	52725	43937.5	35150	105450	87875	70300
NGERUKA	30,661	91983	76652.5	61322	183966	153305	122644
NTARAMA	18,043	54129	45107.5	36086	108258	90215	72172
NYAMATA	34,939	104817	87347.5	69878	209634	174695	139756
NYARUGENGE	20,953	62859	52382.5	41906	125718	104765	83812
RILIMA	29,131	87393	72827.5	58262	174786	145655	116524
RUHUHA	23,022	69066	57555	46044	138132	115110	92088
RWERU	28,928	86784	72320	57856	173568	144640	115712
SHYARA	13,413	40239	33532.5	26826	80478	67065	53652
BUGESERA	363,339	1090017	908347.5	726678	2180034	1816695	1453356

出典：Bugesera Airport Belt Urban Development Plan

図 6.1.13: ブゲセラ地区の将来人口

(6) 予測結果

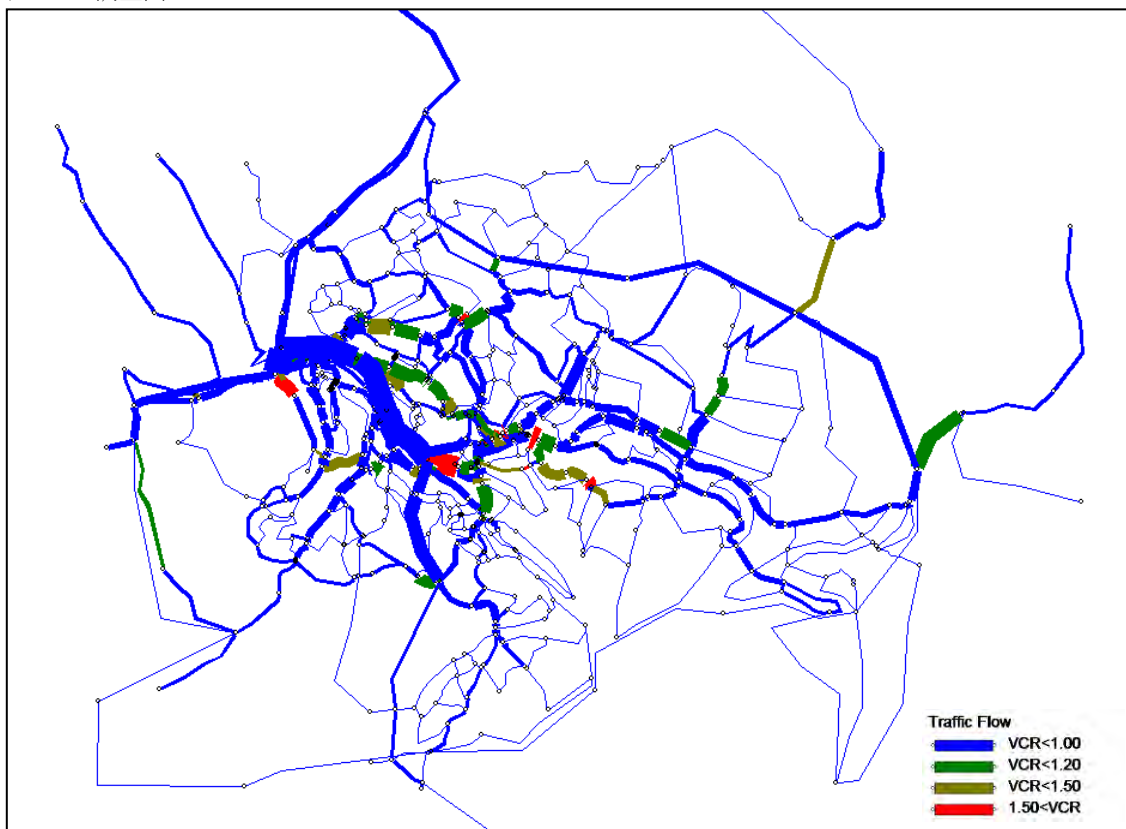
以上の結果から、利用者均衡配分によって配分交通量を求めた。交通需要予測の結果を以下に示す。交通需要予測の結果、2040年に向けて道路整備や BRT 整備が進められるものの急激な人口増加によって交通量が増加し、混雑状況が悪化していることが分かる。

キガリ市交通マスタープランにて提案されているニャブゴゴからキガリ市南部にかけて通過する高規格都市道路 (HCUR) には多くの利用交通量が見込まれる一方で、キガリ市を囲むように計画されている環状道路においては、その南部での利用交通量が少ない。

表 6.1.22: 交通需要予測の結果

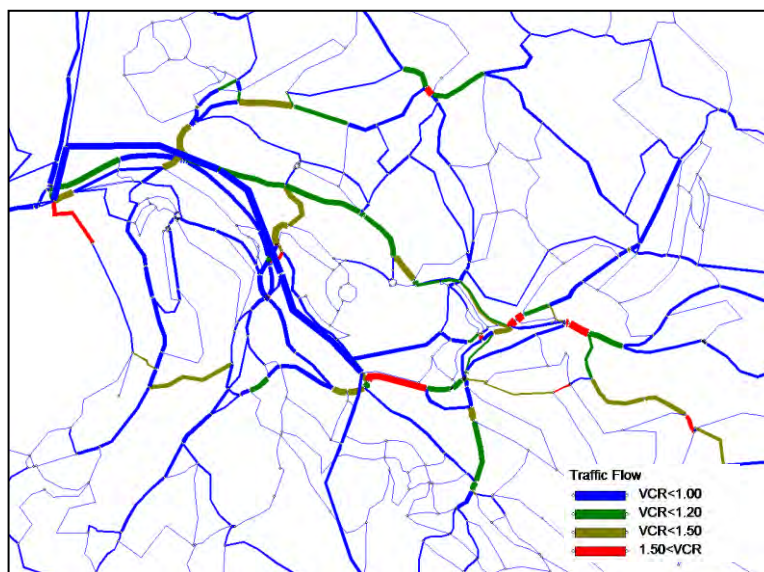
年次	混雑度	平均速度	総走行台 km	総走行台時
2025 年	0.27	59.9	6,373,968	106,474
2030 年	0.36	57.7	8,661,599	149,999
2040 年	0.53	52.9	14,001,251	264,710

出典：JICA 調査団



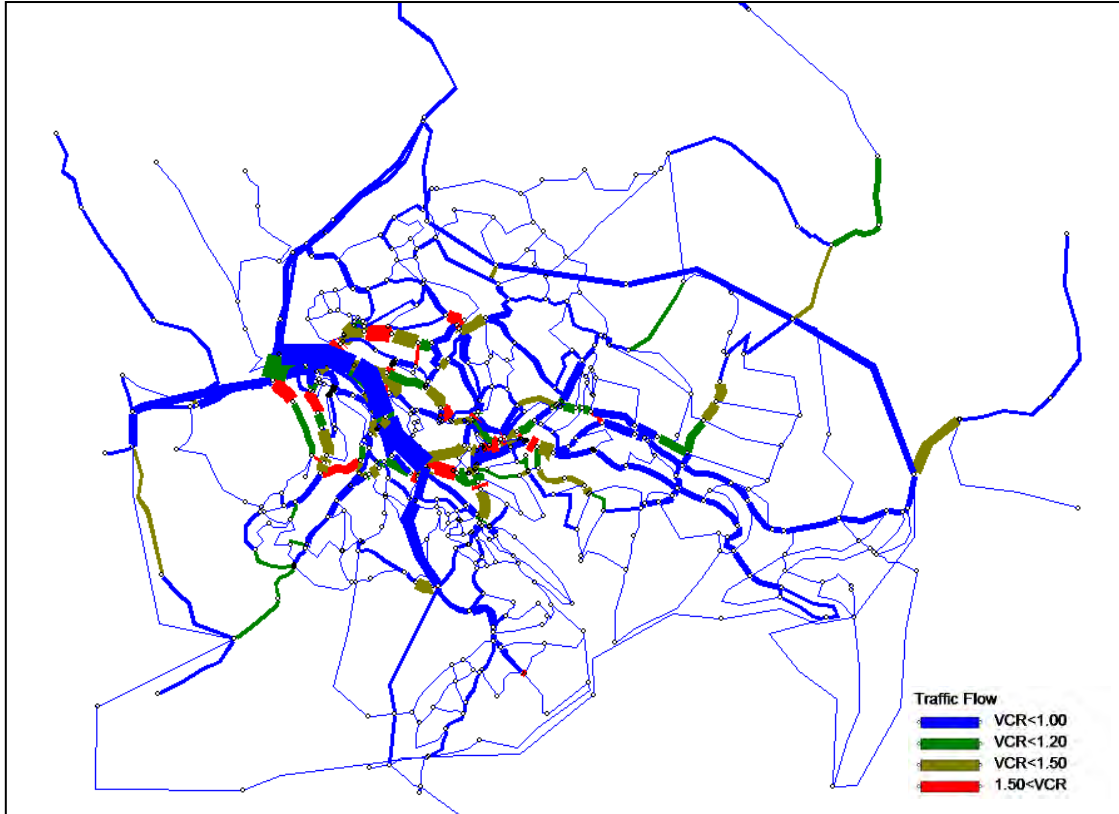
出典：JICA 調査団

図 6.1.14: 交通需要予測の結果-市全体 (2025 年)



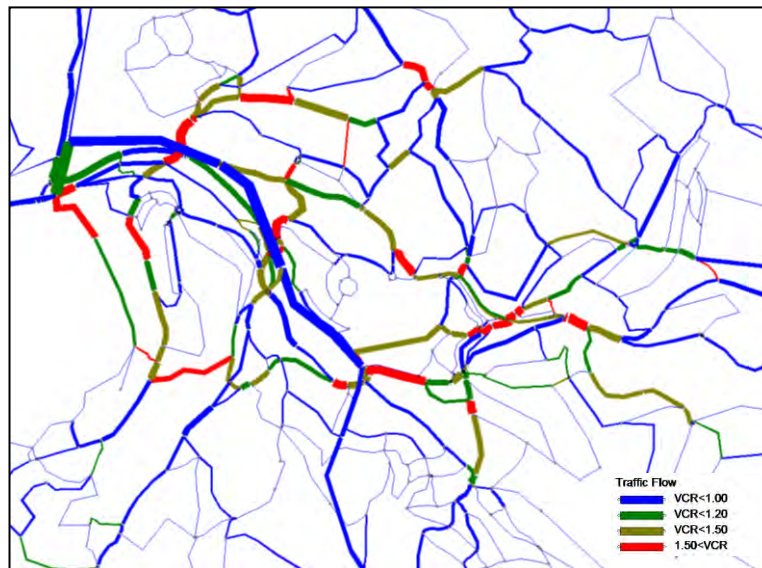
出典：JICA 調査団

図 6.1.15: 交通需要予測の結果-市中心部 (2025 年)



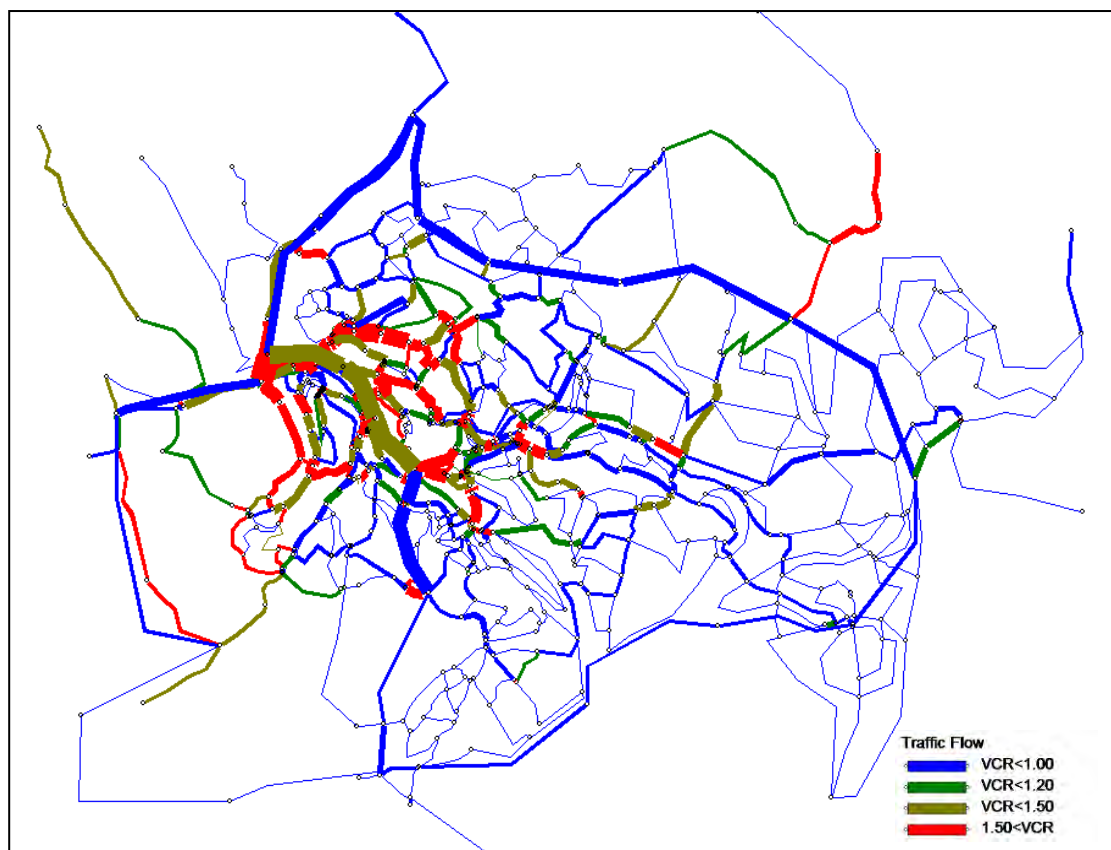
出典：JICA 調査団

図 6.1.16: 交通需要予測の結果-市全体 (2030 年)



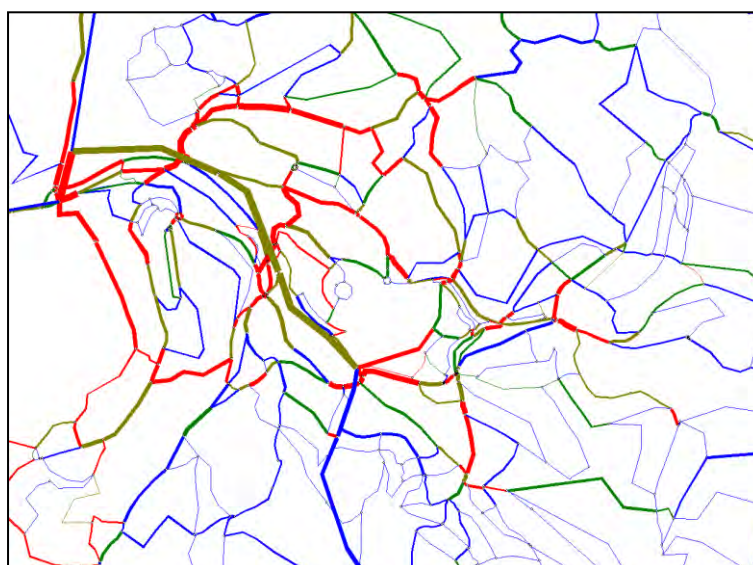
出典：JICA 調査団

図 6.1.17: 交通需要予測の結果-市中心部 (2030 年)



出典：JICA 調査団

図 6.1.18: 交通需要予測の結果-市全体 (2040 年)



出典：JICA 調査団

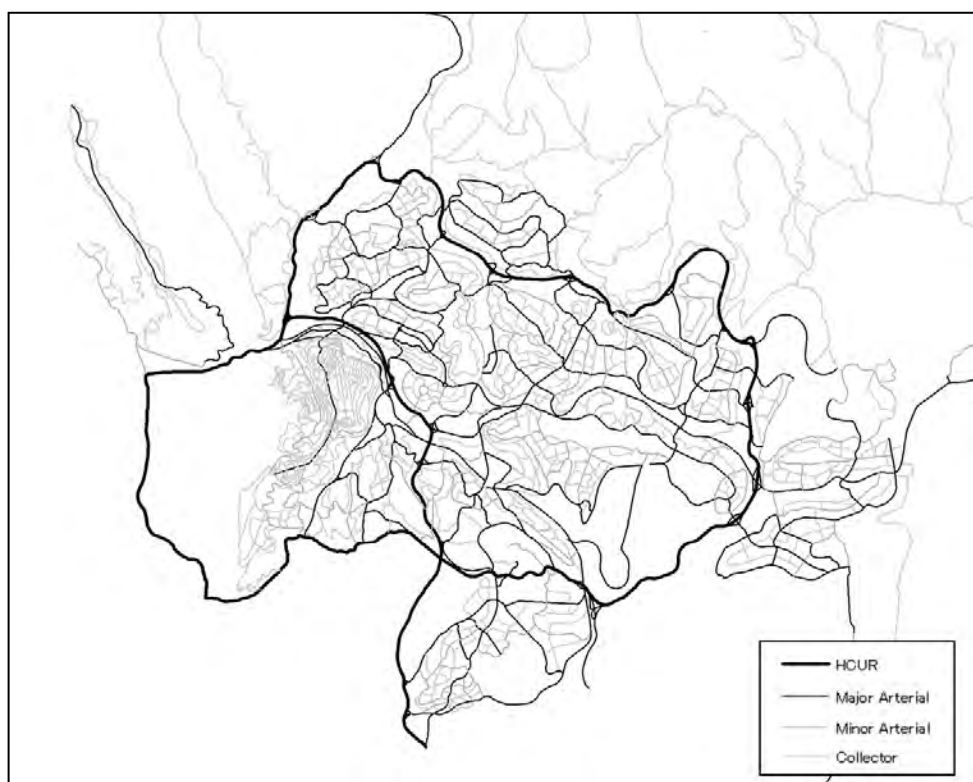
図 6.1.19: 交通需要予測の結果-市中心部 (2040 年)

6.2 道路交通プロジェクトの妥当性評価

本節では、キガリ市交通マスタープランや JICA 調査団にて提案した道路交通プロジェクトについて、その妥当性を交通需要予測の結果から評価している。

6.2.1 キガリ市交通マスタープラン 2013 での提案プロジェクト

キガリ市交通マスタープラン（キガリ市交通マスタープラン）では多くの道路プロジェクトが提案されている。このうち、主要なプロジェクトとして BRT 整備事業、高規格幹線道路（HCUR）の建設事業である環状道路と南北バイパス道路が挙げられる。これらの事業の妥当性について交通需要予測の結果から評価を実施した。

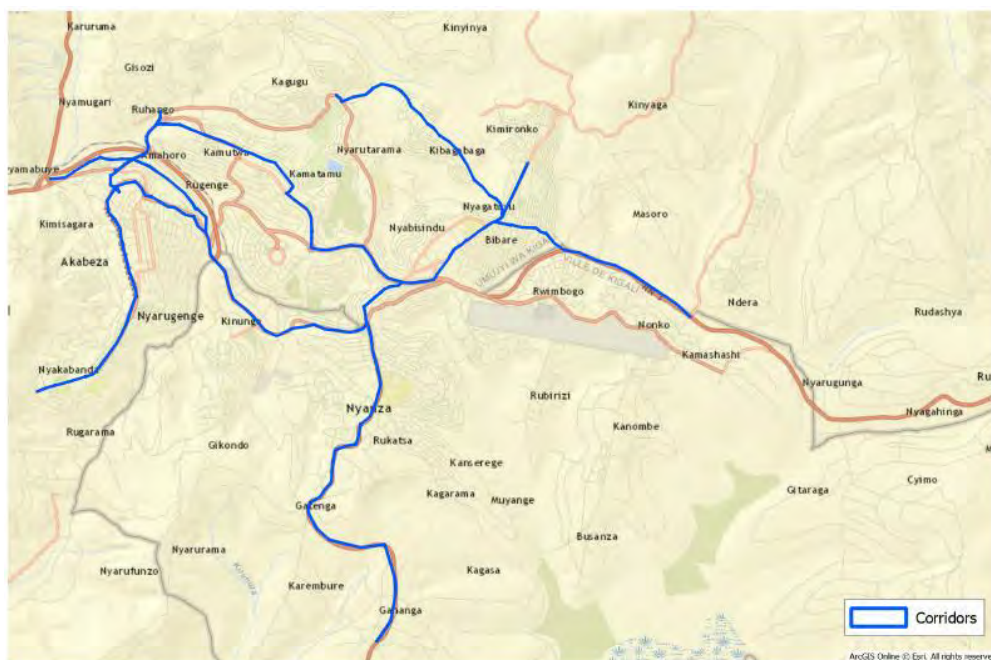


出典：JICA 調査団

図 6.2.1: キガリ市都市交通マスタープランで提案されている道路ネットワーク（2040年）

(1) BRT

BRT FS によると利用者数は 2050 年までの期間に順次、整備される予定となっている。2040 年には 1 時間当たり合計 329 台の BRT 車両が運行されることになっており市内の大規模輸送が実現する計画である。BRT FS では家庭訪問調査や交通量調査から、BRT の将来乗客数を予測し、さらには経済財務分析を実施している。



出典：Consultancy Services for Feasibility Study, Technical and Economic Studies, Detailed Engineering Design and Preparation of Tender Documents for Kigali Ring Road (80km) of Feasibility Study Report (Draft)

図 6.2.2: 2050 年における BRT 整備計画

BRTFS では整備計画を 50 年まで設定し、事業期間を 2075 年まで設定したうえで経済便益を算出している。経済財務分析の結果から本事業は妥当であることが言える。

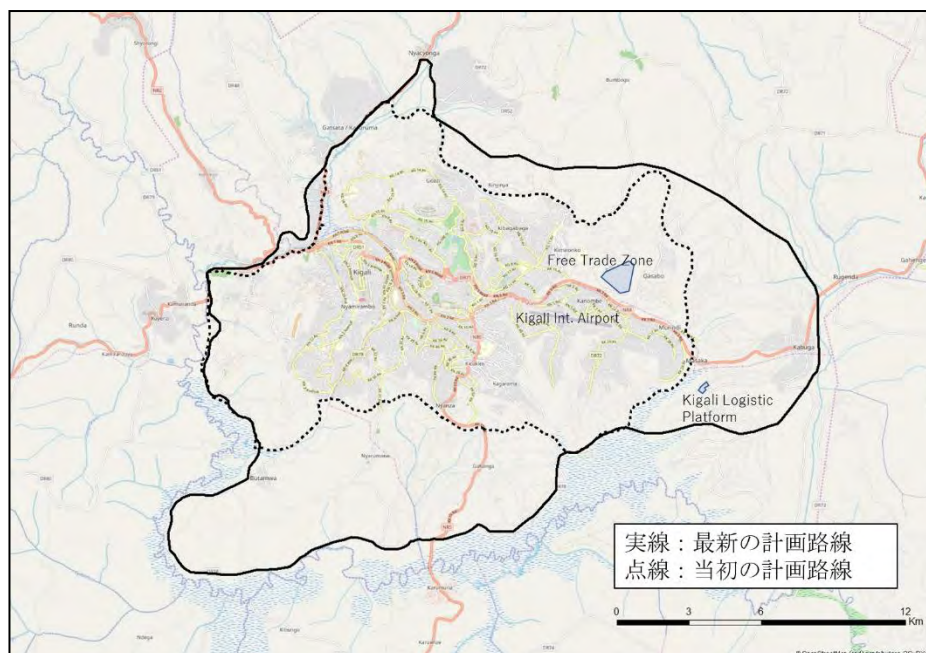
表 6.2.1: BRT 事業の整備効果

指標	指標値
EIRR	19.39%
NPV cashflow (Million RWF)	354.522
NPV benefit (Million RWF)	571.037
NPV cost (Million RWF)	-216.485
B/C	2.64

出典：Consultancy Services for Feasibility Study, Technical and Economic Studies, Detailed Engineering Design and Preparation of Tender Documents for Kigali Ring Road (80km) of Feasibility Study Report (Draft)

(2) 環状道路 (Ring Road)

環状道路の整備によって、交通渋滞の緩和に寄与していることが図 6.1.14～図 6.1.18 で分かった。しかし、JICA 調査団の実施した需要予測では環状道路について南部での利用交通量が少ない結果となっている。よって環状道路についてキガリ市交通マスタープランに記載されている当初案を考慮するシナリオでも需要予測を実施した。環状道路の新旧路線は以下に示す。



出典：キガリ市役所からデータを受領

図 6.2.3: 環状道路の路線位置図

表 6.2.3 の結果から交通量を比較すると変更前の線形がより高い交通量となっている。理由としては、環状道路の線形がより市中心部へと変更されたことで、とりわけキガリ市南部からの利用交通が増えたためと考えられる。また 2040 年においては、キガリ市全体の総走行台時間や総走行台 km では変更前の線形が優位な値となった。つまり 2040 年における市内全体の混雑緩和や環状道路の利用交通増による収益確保を考えると、変更前の線形が優位であるといえる。

表 6.2.2: 交通需要予測の結果

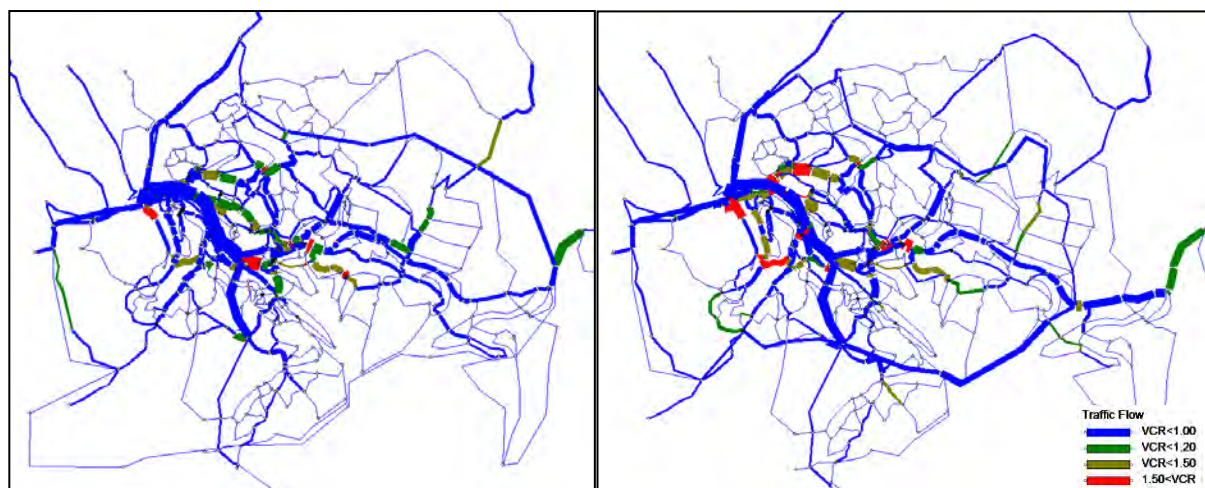
年次	環状道路	混雑度	平均速度	総走行台 km	総走行台時
2025 年	最新	0.27	59.9	6,373,968	106,474
	変更前	0.35	59.1	6,536,643	110,672
2030 年	最新	0.36	57.7	8,661,599	149,999
	変更前	0.46	57.3	8,762,784	153,023
2040 年	最新	0.53	52.9	14,001,251	264,710
	変更前	0.56	53.8	13,893,314	258,222

出典：JICA 調査団

表 6.2.3: 環状道路の交通量比較

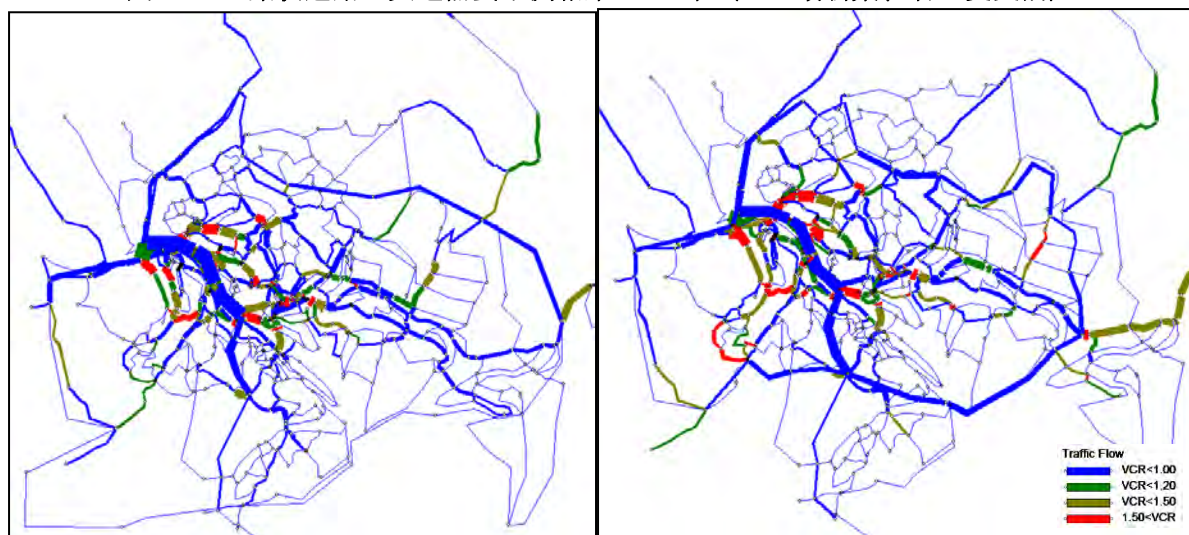
年次		利用交通量 (PCU)
2025 年	最新	7,916
	変更前	14,994
2030 年	最新	10,896
	変更前	21,981
2040 年	最新	23,988
	変更前	37,583

出典：JICA 調査団



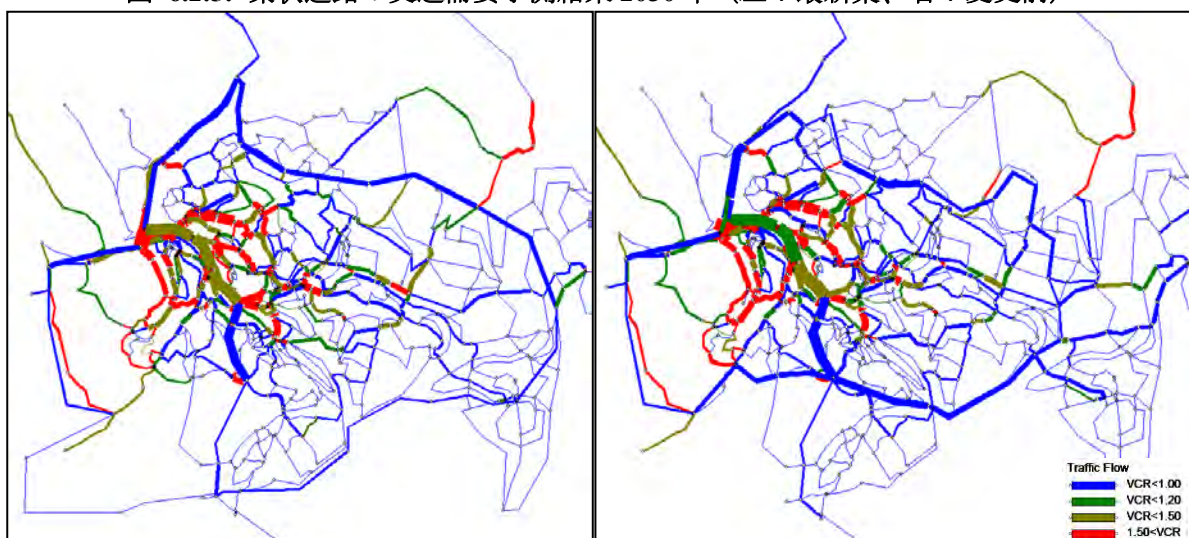
出典：JICA 調査団

図 6.2.4: 環状道路の交通需要予測結果 2025 年（左：最新案、右：変更前）



出典：JICA 調査団

図 6.2.5: 環状道路の交通需要予測結果 2030 年（左：最新案、右：変更前）



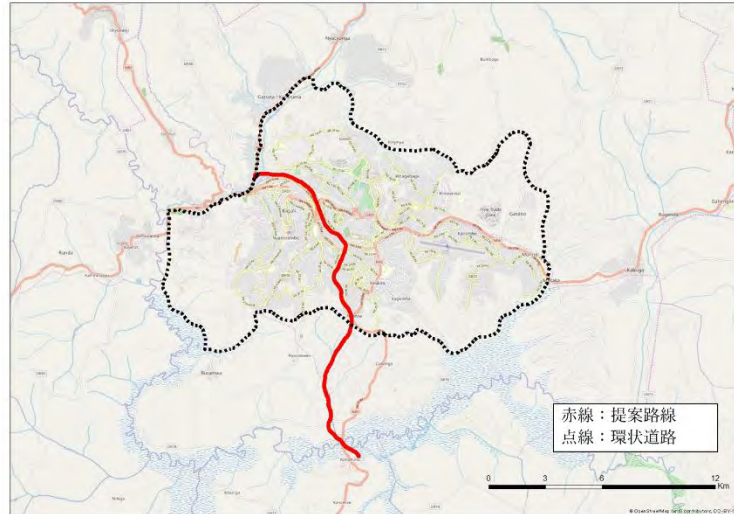
出典：JICA 調査団

図 6.2.6: 環状道路の交通需要予測結果 2040 年（左：最新案、右：変更前）

また、キガリ市東部には図 6.2.3 に示すように自由貿易地域や貨物輸送拠点が整備されることから、環状道路も物流に配慮するような線形とすることも検討すべきである。

(3) 南北バイパス道路 North-South Bypass

南北バイパス整備による効果を以下に示す。南北バイパスは、キガリ市都市交通マスタープランに記載されている路線であり、環状道路に接続するような線形となっている。

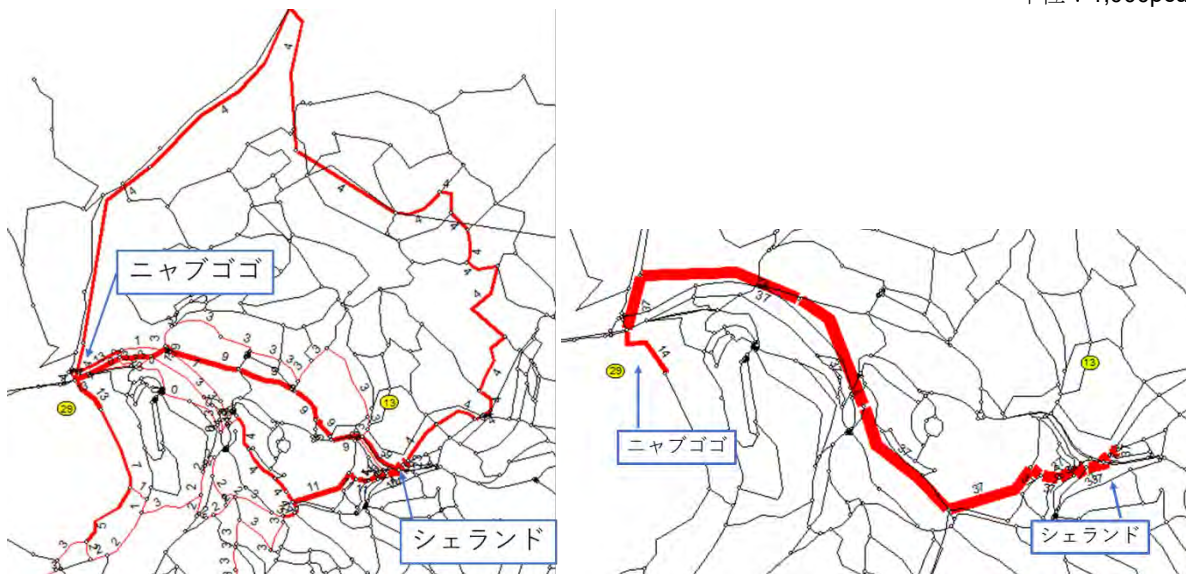


出典：キガリ市都市交通マスタープラン

図 6.2.7: 南北バイパス道路の整備図

南北バイパスの整備によって、生成交通量の大きいニャブゴゴとシェランド間のトリップは、事業なしの場合で大きく北側へ迂回し環状道路を経由してニャブゴゴへ移動している交通がみられる。一方で事業ありの場合では、ニャブゴゴとシェランド間でトリップがすべて南北バイパスを利用していることがわかる。

単位：1,000pcu



出典：キガリ市都市交通マスタープラン

図 6.2.8: 南北バイパスの整備による 2040 年での経路変化 (左：事業なし、右：事業あり)

表 6.2.4: 南北バイパス道路の需要予測結果 (2040 年)

	平均速度 (Km/h)	混雑度	交通量 (PCU)
南北バイパス道路 (4 車線)	87.6	0.74	67,107

出典：JICA 調査団

また以下のようにキガリ市全体の道路ネットワークでもその整備効果は大きく混雑度の緩和（平均混雑度 0.57 から 0.53 へ減少）に寄与していることが分かる。

表 6.2.5: 事業実施による市内交通状況の変化 (2040 年)

指標		指標値
総走行台キロ	事業なし	14,410,679
	事業あり	14,001,251
総走行台時	事業なし	277,284
	事業あり	264,710
総容量キロ (km)	事業なし	25,170,566
	事業あり	26,665,767
平均混雑度 (VCR)	事業なし	0.57
	事業あり	0.53
平均速度 (km/h)	事業なし	52
	事業あり	52.9

出典：JICA 調査団

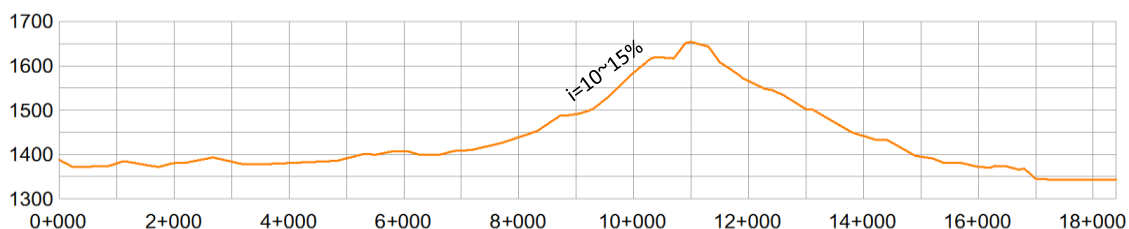
事業の妥当性評価としては、市内全体への渋滞緩和など効果が大きいことが確認された。

表 6.2.6: 提案プロジェクトの妥当性評価

都市全体の渋滞緩和	並行路線の混雑緩和	並行路線の災害時、事故時における代替性	旅行時間の短縮
○	○	○	○

出典：JICA 調査団

なおキガリ市交通マスタープランにおいて示されている NS バイパスの道路線形は、約 10～15%程度の勾配を持つ急峻な山道を通る計画となっている。NS バイパスの全体の縦断勾配を図 6.2.9 に示す。



出典：JICA 調査団

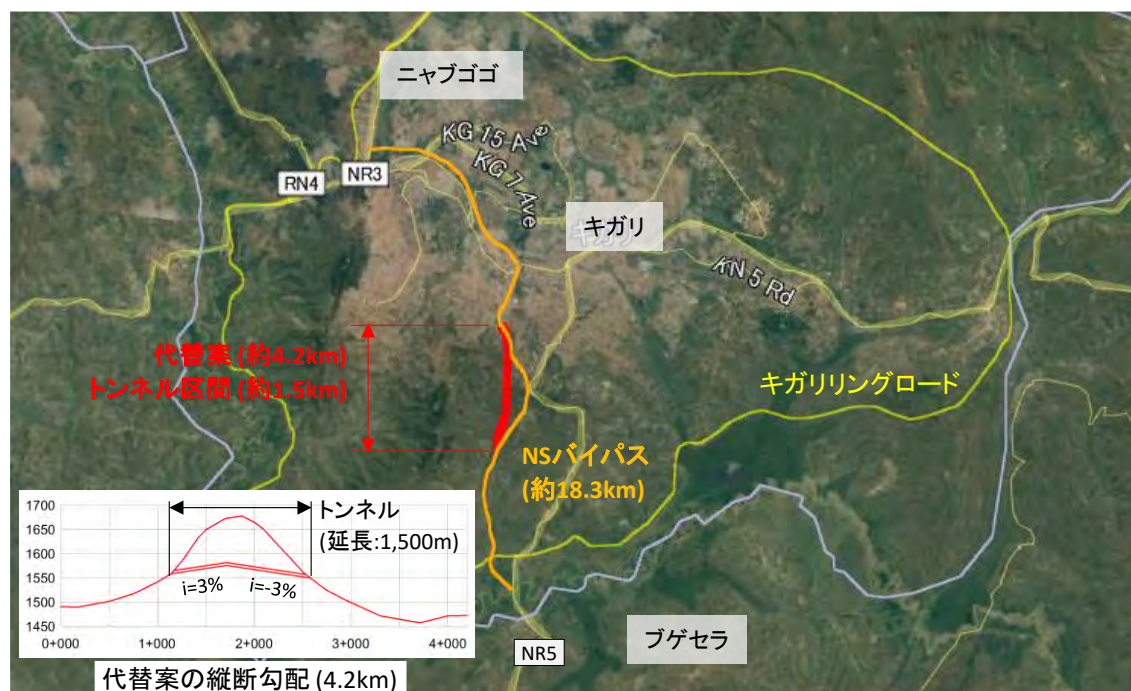
図 6.2.9: NS バイパス (計画中) 全体の縦断勾配

RTDA によって取りまとめられた、ルワンダ道路設計マニュアル (案) によると、ロードクラス 1 (舗装・対面二車道路) の縦断勾配は最大 10% (6～7%が望ましい) に制限されており、このような勾配を持つ急峻な道路においては、大型車の通行が非常に困難である。NS バイパ

スは、提案中のキガリリングロードと接続されるように計画されており、リングロードと CBD エリアとの交通をつなぐ物流網としての役割も期待されており、より高規格な道路線形が理想である。

そのため、JICA 調査団として、現線形のうち、上記の急勾配を持つ区間の代替案として、トンネル建設（延長約 1.5km）を提案する（図-2 参照）。同区間は標高差 200m 超の尾根地形となっており、トンネルによる経路短縮効果、道路幾何構造の高規格化が期待できる。

NS バイパスの急峻区間のトンネル建設により、キガリ市内の物流網の一部として、大型車の円滑な交通を実現すると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 6.2.10: NS バイパスの代替案（トンネル建設）

6.2.2 JICA 調査団からの提案プロジェクト

キガリ市交通マスタープランによって、複数の道路交通プロジェクトが提案されているものの、JICA 調査団が実施した交通需要予測の結果においては、6.1.4 にて示すように改善が必要な路線が見られる。そのため、JICA 調査団からもキガリ市交通マスタープランに加えて複数の道路交通プロジェクトの提案を行う。ここでは市中心部の交通渋滞を解消するプロジェクトと将来的に発展が見込まれるブゲセラ県を考慮した提案を行った。

(1) 交差点改良

交通需要予測などのマクロレベルの分析においては交差点改良効果などの事業評価が難しい。そのため、キガリ市の渋滞交差点である 7 交差点においてはマイクロシミュレーションによる評価を行った。短中長期における交通処理状況を把握するとともに、その結果から実施が必要と考えられる交差点改良施策の検討並びに提案を行った。

1) マイクロシミュレーションの実施

(i) 設定条件

マイクロシミュレーションの分析に当たって、対象を渋滞7交差点（Giporoso、Chez Lando、Gishushu、Nyabugogo、Gisozi、Kibagabaga、Kicukiro）とし、交通需要予測から推計した交通量及びネットワークデータをもとに解析を行った。なお、ソフトウェアはAIMSUNを用いている。詳細の設定条件を下表に示す。

表 6.2.7: ミクロシミュレーション解析の設定条件

項目	設定条件
解析年次	2025年、2030年、2040年
解析対象交差点	7交差点：ギポロソ、シェランド、ギシュシュ、ニャブゴゴ、ギソジ、キバガバガ、キチュキロ
交通量	ピーク時1時間交通量（交通需要予測にて推計した日交通量に、交通調査結果で取得したピーク率を掛けて算定）
道路ネットワーク、道路構造	道路ネットワークデータ、現地状況、航空写真から車線数等を確認・再現
信号現示	信号一周を120秒とし、各フェーズ及びサイクルはJICA調査団で設定
使用ソフトウェア	AIMSUN (https://www.aimsun.com/)

出典：JICA調査団

(ii) 再現する道路ネットワーク及び道路構造

各解析対象交差点の交差点形状を再現するとともに、隣接交差点もしくは解析対象交差点の交通状況に影響を与えると想定された周辺交差点がある場合はそれを含めて解析を行った。なお、分析対象交差点のうち、ニャブゴゴ交差点を除いて改良施策が検討されている（多目的高速道路に係る調査（RTDA、2016））。ただし、その検討施策は現況の交通状況に基づいており、将来の道路整備計画や交通需要予測結果が反映されていない。また、この調査においてはラウンドアバウトを重視した提案を行っているが、ラウンドアバウトは平面交差点よりも処理容量が少なく、今後市内の交通量が増加する状況を踏まえると最適ではないと考える。そのため、ここでは本調査より把握した道路整備計画や交通需要予測結果を基に改良案の提案を行った。

2) マイクロシミュレーション結果

以下に各交差点の解析結果を示す。

(i) ギポロソ交差点

環状道路等が整備される2025年時点においても西側及び南側からの交通量が処理しきれない。中長期に計画されている道路整備を実施しても状況は変わらず、西側及び南側の渋滞が悪化する状況となる。全方向で渋滞が生じている状況ではないため、短期的には信号最適化による交通処理が施策案として考えられるが、2025年までには交通容量を増加させる施策の実施が必要である。当該交差点西側の交差点からの流入も多く、施策の検討にあたってはギポロソ交差点及びその西側の交差点との一体的な整備が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 6.2.11: 交差点シミュレーション結果 (ギボロソ)

(ii) シェランド交差点

交通の集中により環状交差点の容量を超過し、2025年時点で西側からの流入部で深刻な渋滞が生じる。本交差点は市内の基幹道路であるRN3号線上にあり、交通量が多い。環状交差点は4枝交差点と比較して交通処理可能容量が低い。環状交差点のままでは交差点の処理可能容量を超過する状況となる。2030年、2040年は交通需要増加に伴い渋滞状況が悪化する。



出典：JICA 調査団

図 6.2.12: 交差点シミュレーション結果 (シェランド)

(iii) ギシュシュ交差点

2025年時点においては、主方向（東西方向）は処理可能なものの、従方向（南北方向）の交通処理は容量超過により処理できなくなる。2030年は主方向も交通容量を超過する交通量が流入し深刻な渋滞が生じる。また、2025年時点で本交差点北側の隣接交差点においても深刻な渋滞が発生する。これは当該交差点北側流入部の交通先詰まりにより隣接交差点から車両が流入できず、その結果、流入待ちの車両が滞留し隣接交差点が渋滞するためである。



出典：JICA 調査団

図 6.2.13: 交差点シミュレーション結果 (ギシュシュ)

(iv) ニャブゴゴ交差点

環状道路の整備による交通の分散及び本交差点の改良（中国実施）や周辺道路の改良・拡幅等により、現状の交差点で2030年まで交通処理可能である。将来的な交通需要の増加も相まって、2040年時点では交差点の処理能力を超える流入交通が生じており、渋滞が生じている。

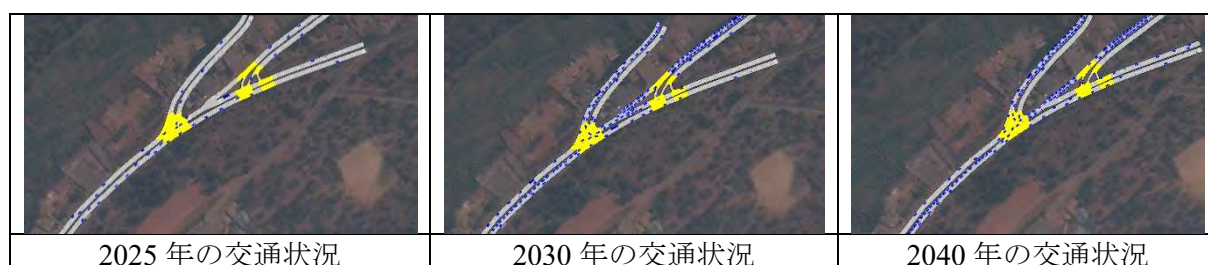


出典：JICA 調査団

図 6.2.14: 交差点シミュレーション結果 (ニャブゴゴ)

(v) ギソジ交差点

北及び北東方面からの交通量が増加することにより渋滞が生じる。ただし2025年時点ではピーク時の一時的な交通集中とも考えられ、短期的には信号処理での交通需要管理を行うことが必要と考える。2030年以降も同方面からの交通が増加し、著しい渋滞が発生する。特に交差点内では交通が錯綜していることから、信号設置による交通整流化を図ることが望ましい。



出典：JICA 調査団

図 6.2.15: 交差点シミュレーション結果 (ギソジ)

(vi) キバガバガ交差点

本交差点は2025年時点で容量を超過する交通が流入し渋滞が発生している。交差点内の錯綜によって速度低下が生じ、主に南北方向からの交通に渋滞が発生している。東西方向においても交通集中による渋滞が生じる状況も見られる。2030年、2040年と交通量が増加することにより渋滞が悪化していく。



出典：JICA 調査団

図 6.2.16: 交差点シミュレーション結果 (キバガバガ)

(vii) キチュキロ交差点

本交差点は中国による支援で道路拡幅が行われる路線上にあり、2020年時点で主道路が2車線から4車線化される。道路拡幅により交通容量が増加することで将来においても交通処理が可能である。ただし、信号が無いため交差点での錯綜が生じており、また西側からの車両が主道路に右左折することが困難となり、これが要因の一つとなり2030年には西側からの交通が渋滞を生じる。2040年はこの状況が悪化する。



出典：JICA 調査団

図 6.2.17: 交差点シミュレーション結果 (キチュキロ)

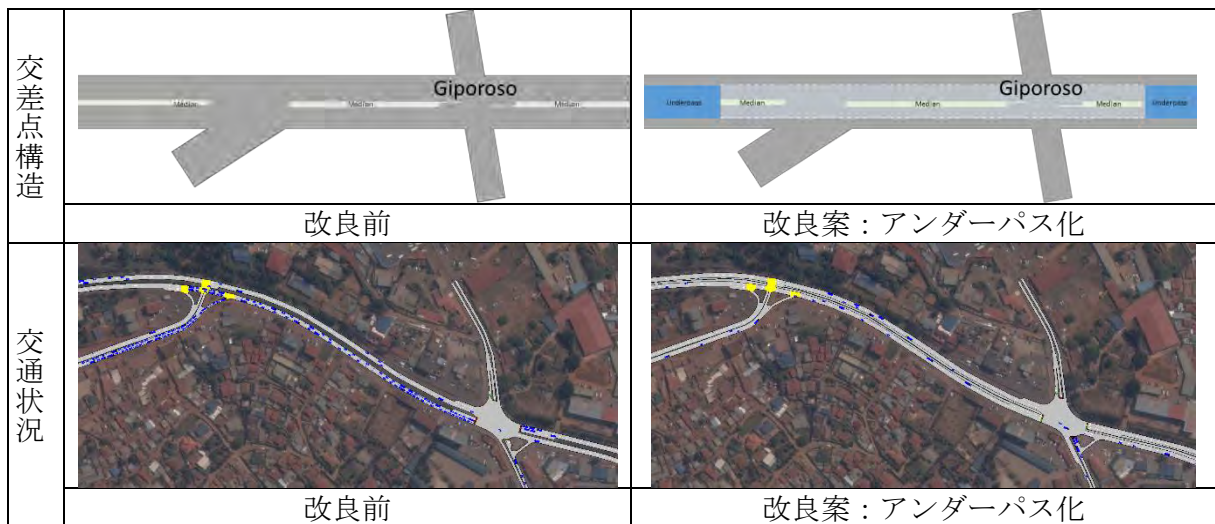
3) 交差点改良施策

上記を踏まえ各交差点の改良施策を検討した。以下に施策案を示す。

(i) ギポロソ交差点

本交差点では信号サイクルを最適化しても 2025 年時点で西側及び南側の交通量を処理できない。そのため 2025 年時点までに交差点改良が必要である。そのため交差点を立体化し、主交通である東西方向の交通処理を行うことが必要である。対象交差点の西側にある交差点からの交通流入は 2030 年までは多いが、その他道路整備による交通の分散で 2040 年ではこの交通流入が減少する。そのため、主道路の交通処理を行うことに焦点を当て、西側交差点よりも西側からの立体化を行うことを提案する。併せて交差点南側から交通処理を最適化し、交通処理能力の最大化を行う。なお、立体化においては BRT 路線（高架）が本交差点を通過することも踏まえ、アンダーパス構造とするのが望ましい。

下図に交差点立体化案を示す。交差点立体化により交通渋滞は解消する。

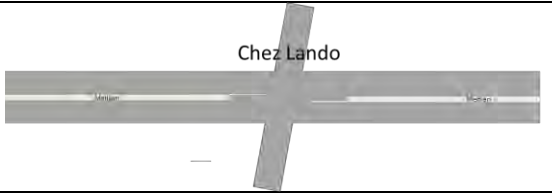
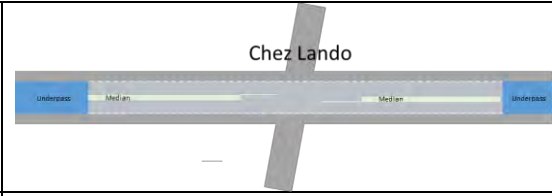




出典：JICA 調査団

図 6.2.18: ギポロソ交差点改良案

(ii) シェランド交差点

交差点改良による平面交差点化とそれに合わせた信号の設置による交差点処理能力の最適化を図る。なお、本交差点の西側のギポロソ交差点及び西側のギシュシュ交差点は交通集中により交差点立体化が必要となる。そのため、最適な交通処理の観点から本交差点においても 2025 年時点での交差点立体化の実施が必要となる。

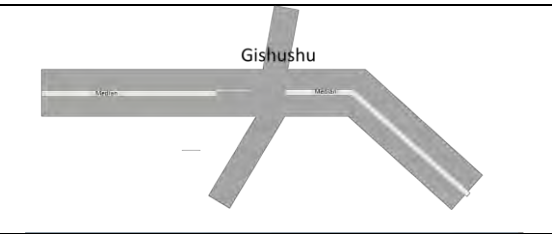
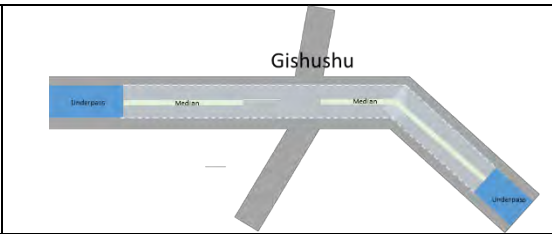


交差点構造		
	改良後：4枝交差点化（～2020年）	改良案：アンダーパス化
交通状況		
	改良後：4枝交差点化（～2020年）	改良案：アンダーパス化

出典：JICA 調査団

図 6.2.19: シェランド交差点改良案

(iii) ギシュシュ交差点

当該交差点の立体交差化により主方向の交通を処理するとともに、従道路側の青信号サイクルを増加させ南北交通の処理を最大化する。これにより隣接交差点からの交通を処理し、隣接交差点の交通渋滞の緩和を図ることが必要となる。また、本交差点及び隣接交差点は北方面からの交通が一举に流入している状況となっている。そのため、周辺の交差点に信号を設置し流入する交通量を調整することで、本交差点及び隣接交差点への交通集中を緩和することも必要である。

交差点構造		
	改良前	改良案：アンダーパス化
交通状況		
	改良前	改良案：アンダーパス化

出典：JICA 調査団

図 6.2.20: ギシュシュ交差点改良案

(iv) ニャブゴゴ交差点

交通の分散を図るために、公共交通へのシフト等交通需要管理施策を実施する。状況に応じて交差点立体化を検討することが望ましい。

(v) ギソジ交差点

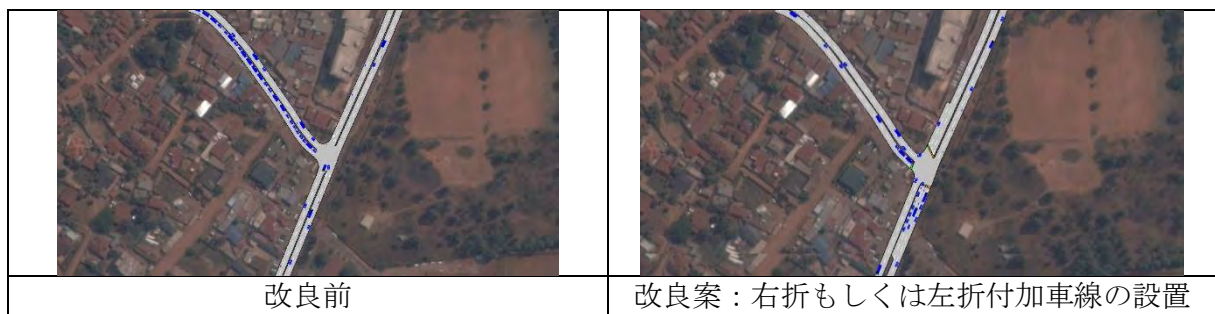
本交差点は形状が特異であり、交通安全上好ましくない。また、需要予測結果からは北東方面からの交通が増加することから、現在の交通の主方向である南西・東方向を南西・北東方向に変更し交差点の改良を行うことにより交通の整流化を図り、安全性向上及び交通緩和を行うことが必要となる。ただし、交差点形状の変更には土地収用等で大きなコストがかかることが想定されるため、当面は交差点東流入部の拡幅を行い、様子を見つつ将来の交差点改良の実施を目標とした各種調整を行うことが想定される。

(vi) キバガバガ交差点

2040年にかけて何らかの対策が必要であるが、周辺は民家が密集しており大規模な交差点改良は見込めない。交通需要予測においては、慢性的な交通渋滞は生じず、一時的な交通渋滞が生じることが推計されていることも踏まえると、交通集中を緩和するための周辺交差点への信号機の設置及びそれによる面的な交通管理を実施するとともに、公共交通への転換を促すことで渋滞の緩和を図ることが必要となる。また、後述する Ridge Link バイパスの整備により交通を分散させ、本交差点周辺の交通集中を緩和することが必要と考えられる。

(vii) キチュキロ交差点

現時点では信号が設置されていないが、適切な交通処理を行うためできる限り早期、または遅くとも2020年時点までには信号交差点とすることが望ましい。また、主道路から接続道路への右左折も多いことから、道路拡幅時点で右左折用の付加車線を設置することが望ましい。特に南からの左折交通量が多く、付加車線のみでの左折交通量の処理が難しい。そのため、本線南側道路は左折用付加車線・左折直進レーン・直進レーンの車線運用とすることが望ましい。



出典：JICA 調査団

図 6.2.21: キチュキロ交差点改良案

4) 実施計画

交差点改良による交通混雑緩和施策の実施に当たっては、下図に示す時系列での事業実施が想定される。以下に概要を記載する。

- 2020年まではシェランド交差点の交差点改良（4枝交差点化）及び信号設置により交通処理を行う。シェランド交差点の4枝交差点化をできるだけ早く実施すべく、系統制御信号の設置（複数交差点）及びシェランド交差点改良の無償事業を実施することを提案する。
- 2025年を目途にギシュシュ、シェランド、ギポロソ交差点の立体化を実施する。立体化はキガリ市マスタープランでも計画されている高架BRT路線との重複を避けるため、アンダーパス構造を採用することが望ましい。まずは渋滞が顕著となるギシュシュもしくはギポロソ交差点の立体交差点化を行うことを提案する。しかし、これらの交差点は主要幹線である国道3号線上を連なる交差点であることから、可能な限り一連での整備が望ましい。これら交差点の立体化事業は無償及び有償候補が想定される。なお、これら交差点は上記に述べた無償事業（系統制御信号の設置）にて信号が設置される交差点の候補でもある。しかし信号は若干の移設を伴うものの立体化工事後も利用は可能である。
- ギソジ交差点においては、信号による交通制御を行うとともに2025年までを目途に簡易な交差点改良を行う。この交差点は交差点形状が特殊であり、それが渋滞の要因ともなっている。しかし、ある程度の交差点の形状修正が必要なこと、周辺は住居等があり土地収用が必要となる可能性があり、コスト及び時間面の負担が大きい。そのため、ギソジ交差点の改良は2030年から2040年までを目標とした有償事業候補として提案する。
- その他交差点においては、既に改良整備が実施されることや、反対に容量超過しているが周辺環境によりこれ以上の改良ができない交差点となる。当面は面的な信号制御を行い、市内の交通流の調整を行うことや、公共交通への転換を促すなどの交通需要管理が重要となる。無償事業のフォローアップ事業として信号設置交差点拡大の有償事業、公共交通管理に関する技術協力の実施が想定される。また、他の交差点の改良効果を踏まえ、新たな施策を検討することも必要となる。

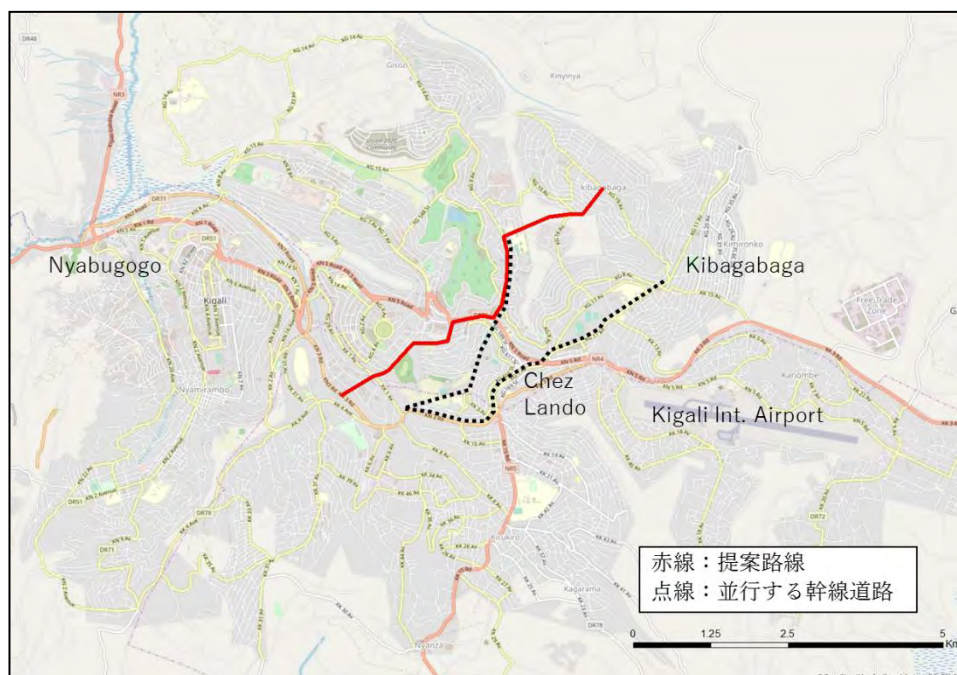
交差点名	～2020年	2025年	2030年	2040年
ギポロソ	●	● 信号導入（無償）	●	● アンダーパス化（有償）
シェランド	●	● 交差点改良（無償） ● 信号導入（無償）	●	● アンダーパス化（有償）
ギシュシュ	●	● 信号導入（無償）	●	● アンダーパス化（無）
ニャブゴゴ	●	● 信号導入（無償）		
ギソジ	●	● 信号導入（無償）	●	● 交差点改良（自国負担）
キバガバガ	●	● 信号導入（無償）		● 交差点改良（有償）
キチュキロ	●	● 信号導入（無償）		
その他	●	● 信号導入（無償）		

出典：調査団

図 6.2.22: 交差点改良事業の実実施計画（案）

(2) Ridge Link バイパス道路

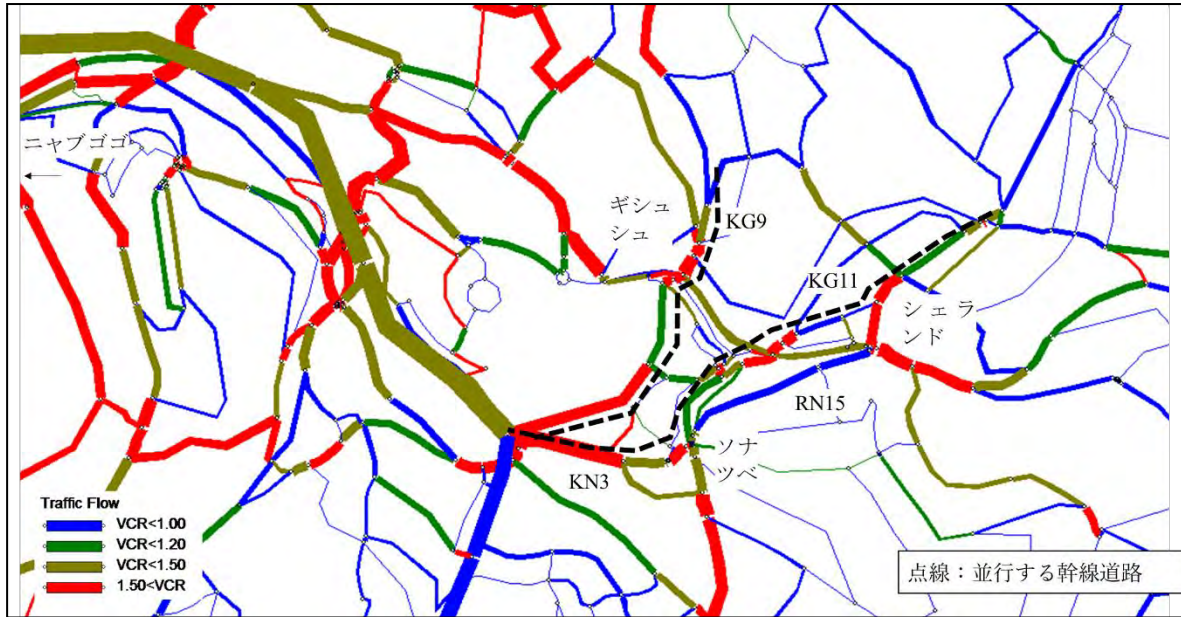
本路線はギコンドとキミロンコを結ぶ道路であり、地形上の尾根を通るような放射道路を検討している。ここでは仮称として、**Ridge Link Bypass** と命名した。既存の道路計画の課題として、南北に縦断する HCUR への接続路での交通渋滞の発生やキバガバガ交差点での混雑が挙げられる。こうした課題を解決するために、JICA 調査団としてさらに南北の道路を追加することを提案するものである。



出典：JICA 調査団

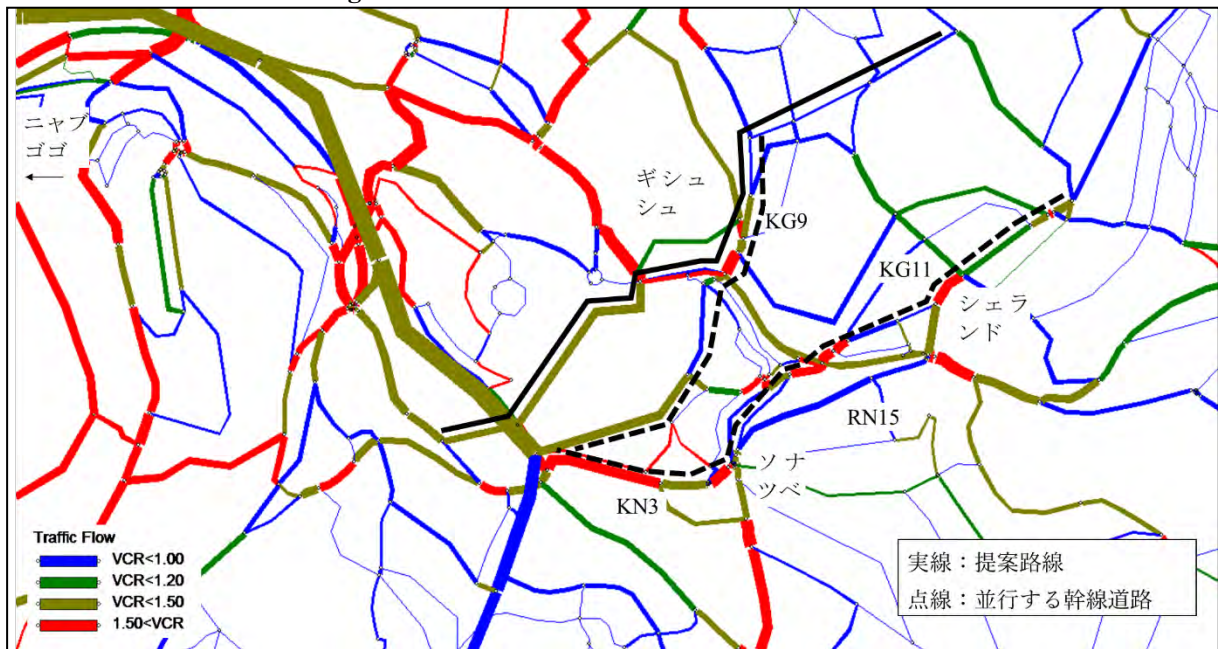
図 6.2.23: Ridge Link バイパスの路線位置図

交通需要予測の結果（図 6.2.24～表 6.2.8）では、Ridge Link バイパスの整備を行った場合であっても表 6.2.8 のように並行路線はいずれも混雑度が 1.0 以上あり渋滞が発生している状況といえる。しかし、Ridge Link バイパスを整備することで並行路線の混雑度は減少しており、渋滞緩和に大きく貢献すると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 6.2.24: Ridge Link バイパスの需要予測結果（事業なし、2040年）



出典：JICA 調査団

図 6.2.25: Ridge Link バイパスの需要予測結果（事業あり、2040年）

表 6.2.8: 提案路線と並行路線の需要予測結果（2040年）

		平均速度 (km/h)	混雑度	平均交通量 (PCU)
Ridge Link バイパス (4車線)		57.2	0.79	29,771
並行路線 (KG9)	事業なし	53.4	1.28	44,428
	事業あり	55.4	1.16	36,338
並行路線 (KN3,RN15,KG11)	事業なし	55.4	1.61	42,821
	事業あり	54.0	1.29	39,834

出典：JICA 調査団

市内全体の交通状況改善という点では、表 6.2.9 のように平均混雑度や平均速度の改善状況は限られる結果となった。

表 6.2.9: 事業実施による市内交通状況の変化 (2040 年)

指標		指標値
総走行台キロ	事業なし	14,001,251
	事業あり	13,867,382
総走行台時	事業なし	264,710
	事業あり	264,589
総容量キロ (km)	事業なし	26,665,767
	事業あり	26,787,003
平均混雑度 (VCR)	事業なし	0.53
	事業あり	0.52
平均速度 (km/h)	事業なし	52.9
	事業あり	52.4

出典：JICA 調査団

以上を勘案すると、本プロジェクトは並行路線の混雑緩和に寄与することや、並行路線の代替性といった観点から評価できる。並行路線の混雑緩和に伴い旅行時間も短縮される。

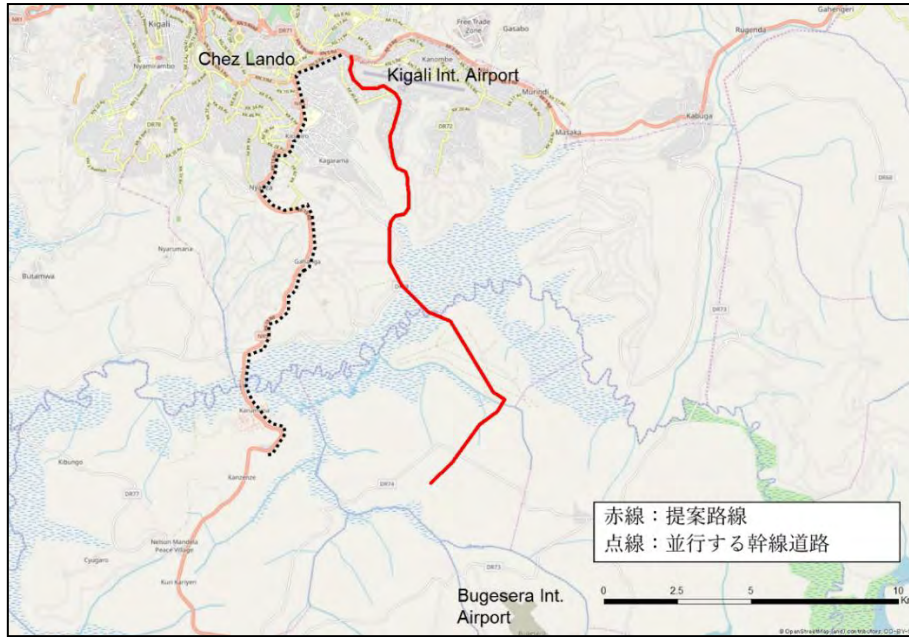
表 6.2.10: 提案プロジェクトの妥当性評価

都市全体の渋滞緩和	並行路線の混雑緩和	並行路線の災害時、事故時における代替性	旅行時間の短縮
△	○	○	○

出典：JICA 調査団

(3) 南北バイパス道路 2

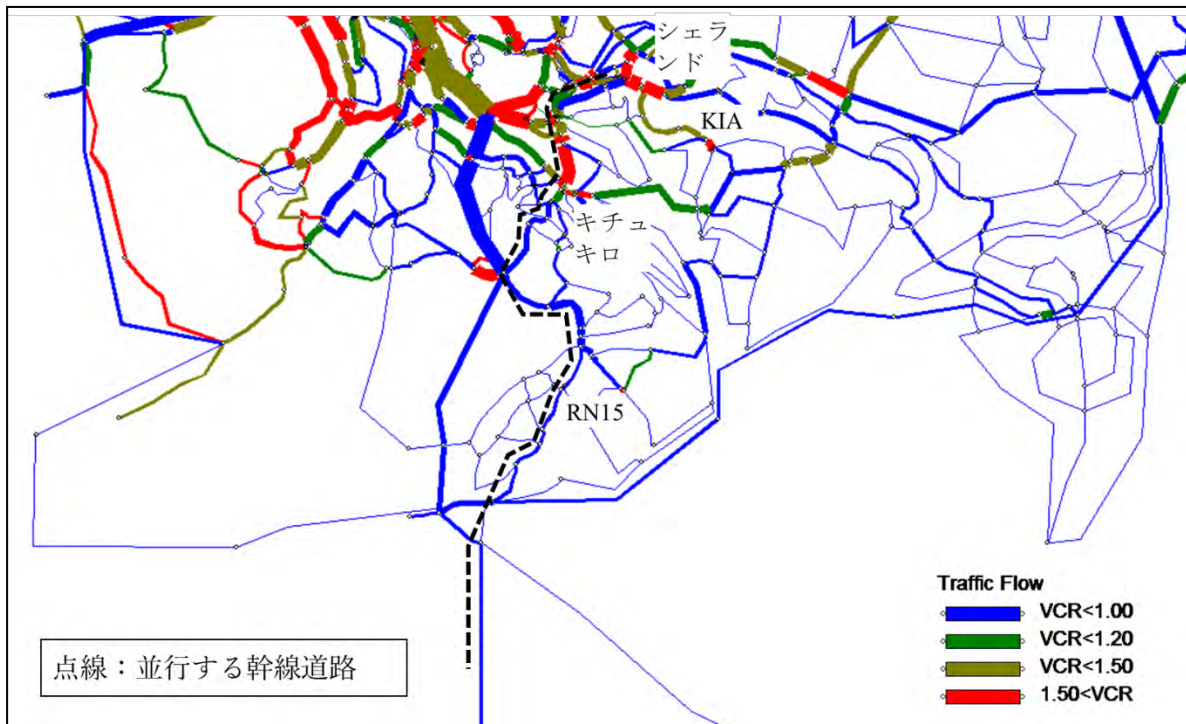
現在、ブゲセラ県とキガリ市を結ぶ幹線道路は 1 本のみである。しかし、将来開港するブゲセラ国際空港を考慮した場合に交通渋滞の悪化が予想されている。現在、キガリ-ブゲセラ間には高速道路が計画されているものの、ブゲセラ県の人口が図 6.1.13 に示すように 2012 年から 2032 年にかけて人口が大幅に増加していることから、計画されている高速道路以外の代替路が必要であると考えられる。提案路線を以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.2.26: 南北バイパス 2 の位置図

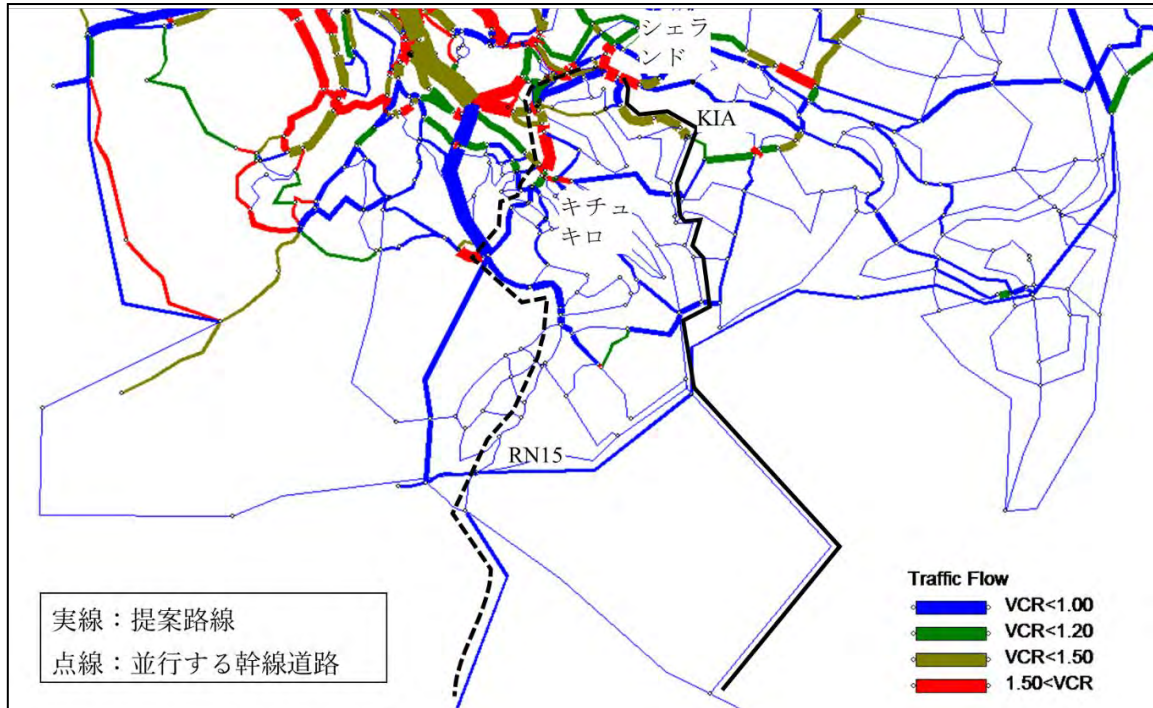
交通需要予測の結果（図 6.2.27 から表 6.2.11）では表 6.2.11 に示すように平均速度や混雑度の面で並行路線の交通状況が改善したとはいえない。しかしながら現状では、ブゲセラ方面とキガリを結ぶ道路は 1 路線のみであるため、代替性確保の観点からは重要といえる。



注：KIA はキガリ国際空港の略称

出典：JICA 調査団

図 6.2.27: 南北バイパス 2 の交通需要予測結果（事業なし、2040 年）



注：KIA はキガリ国際空港の略称
出典：JICA 調査団

図 6.2.28: 南北バイパス 2 の交通需要予測結果（事業あり、2040 年）

表 6.2.11: 提案路線と並行路線の需要予測結果（2040 年）

比較ケース	平均速度 (km/h)	混雑度	平均交通量 (PCU)
南北バイパス 2 (4 車線)	59.5	0.28	9,887
並行路線 (RN15)	事業なし	0.45	13,325
	事業あり	0.43	13,027

出典：JICA 調査団

旅行時間の面では、市中心部に向かう交通はキガリ-ブゲセラ空港間の高速道路を利用するよりも南北バイパス 2 を利用する方が有利となった。

表 6.2.12: 市内への所要時間の比較（2040 年）

比較ケース	ブゲセラからシェランドまでの所要時間
事業なし (NR 5 経由)	24.4 分
事業あり (南北バイパス 2 経由)	18.4 分

出典：JICA 調査団

以上から本プロジェクトの妥当性は、代替性や旅行時間の短縮といった観点から評価することができる。

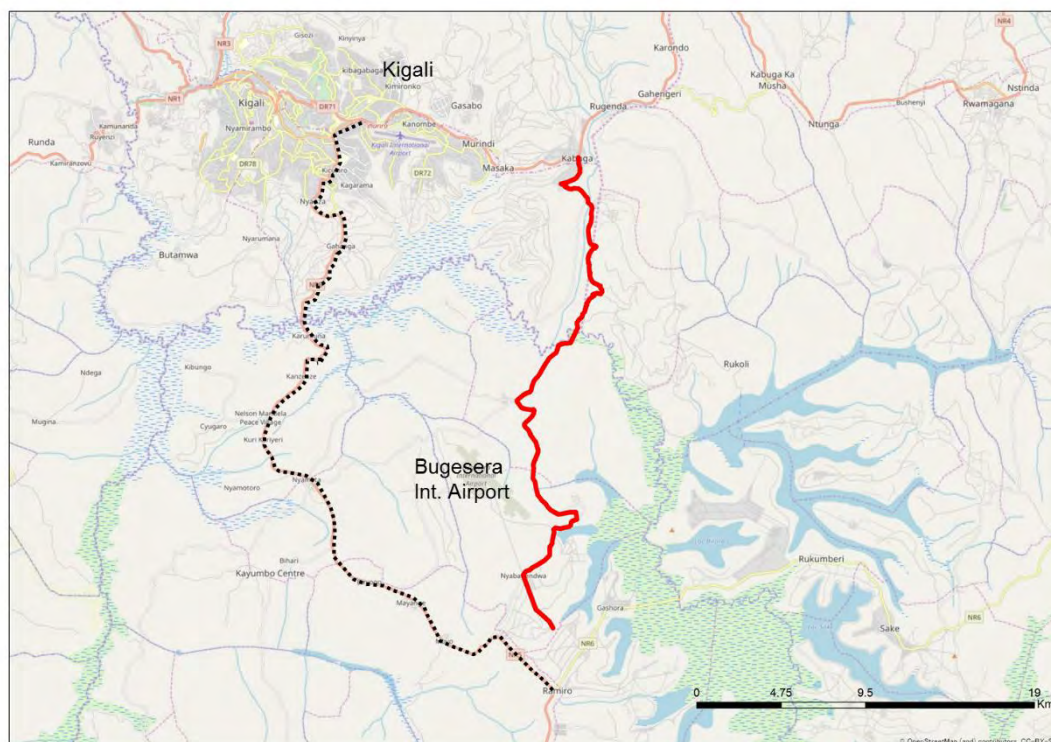
表 6.2.13: 提案プロジェクトの妥当性評価

都市全体の渋滞緩和	並行路線の混雑緩和	並行路線の災害時、事故時における代替性	旅行時間の短縮
△	△	○	○

出典：JICA 調査団

(4) Bicumbi バイパス道路

Bicumbi バイパス道路は、ブゲセラ県などキガリ以南からの通過交通を抑制するために、提案する道路であり現道 DR53 の舗装化や橋梁の架け替えを含む提案プロジェクトである。南北バイパス 1、2 とともにブゲセラからの交通が利用する。



出典：JICA 調査団

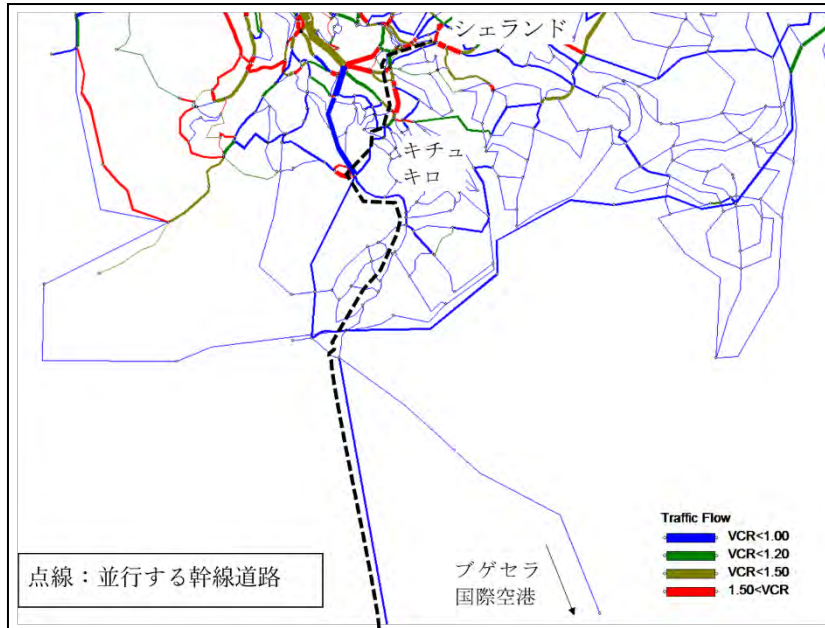
図 6.2.29: Bicumbi バイパス道路の位置図

交通需要予測の結果、バイパス整備による並行路線の混雑緩和効果は少ないことが分かった。

表 6.2.14: 提案路線と並行路線の需要予測結果 (2040 年)

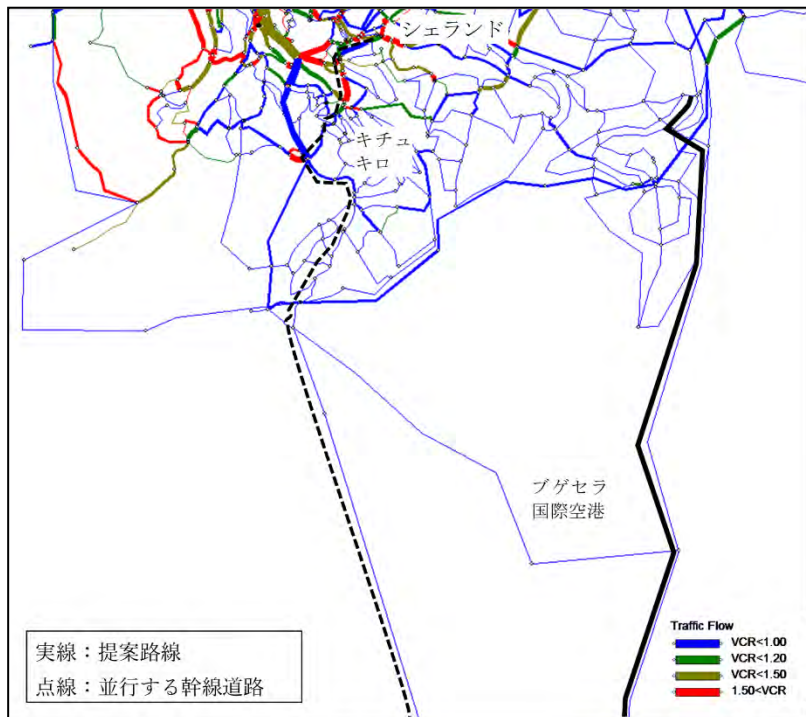
道路名		平均速度 (km/h)	混雑度	平均交通量 (PCU)
Bicumbi バイパス (2 車線)		60.0	0.04	1,230
並行路線 (RN15)	事業なし	58.91	0.60	19,893
	事業あり	59.11	0.53	18,467

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 6.2.30: Bicumbi バイパスの交通需要予測結果（事業なし、2040 年）



出典：JICA 調査団

図 6.2.31: Bicumbi バイパスの交通需要予測結果（事業あり、2040 年）

以上から都市全体の渋滞緩和効果はキガリ市のみを対象としているため、効果は少ないと考えられる。また並行路線の混雑緩和効果も少ないことから旅行時間の短縮効果も限られる。

表 6.2.15: 提案プロジェクトの妥当性評価

都市全体の渋滞緩和	並行路線の混雑緩和	並行路線の災害時、事故時における代替性	旅行時間の短縮
△	△	○	△

出典：JICA 調査団

第7章 キガリ市都市交通セクターへの提案

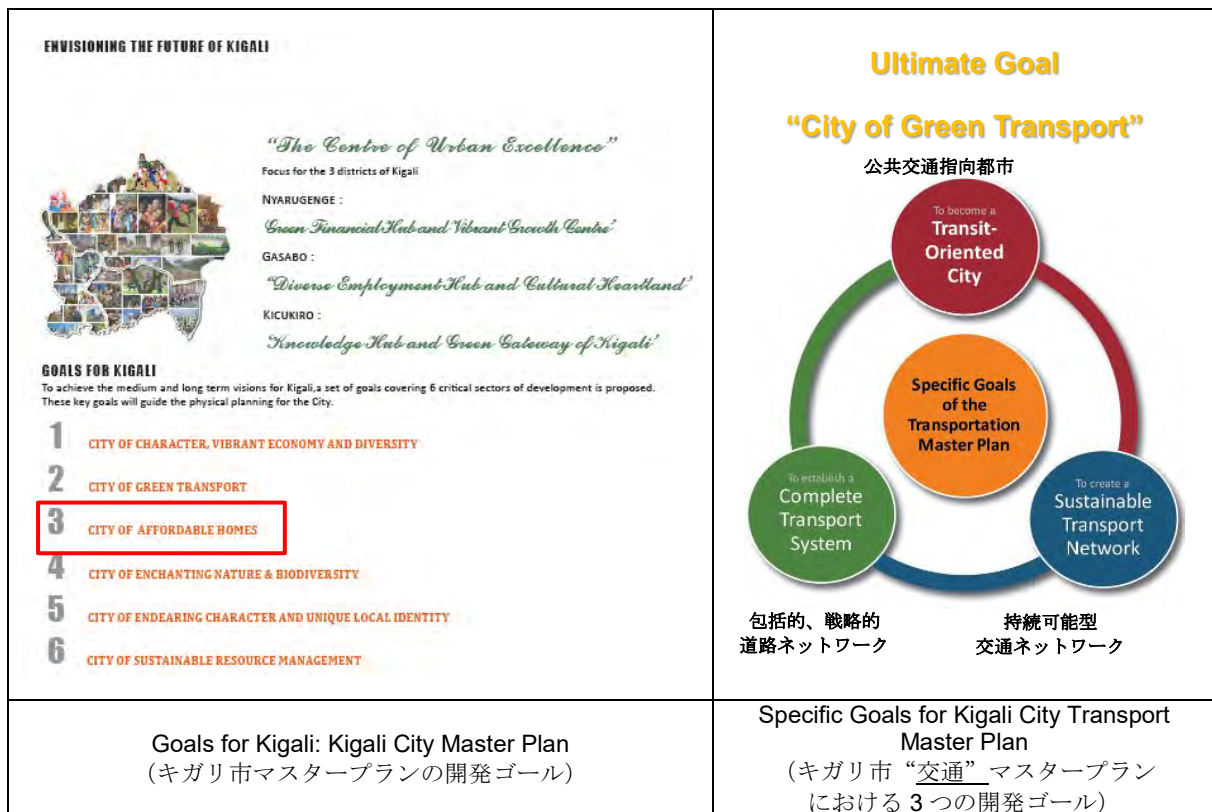
本調査はキガリ市の都市交通セクターを対象とした JICA による情報収集確認を目的とした調査である。調査の結果は同セクターに対する日本の支援方針の検討に活用される。ルワンダ、とりわけキガリ首都圏の発展は目覚ましく急速である。したがって、本調査においては、具体的な支援候補事業を早期に抽出することが期待されている。本章では、前章までの中間調査結果を踏まえて、JICA による具体的な支援の方向性について前広に提言するものである。なお、ここに提言する具体事業については日本政府によるコミットメントではなく、事業の実現に向けては引き続きルワンダ政府と日本政府の間で協議継続されるべきものである。

7.1 本情報収集・確認調査の前提条件と位置づけ

7.1.1 キガリ市交通マスタープラン 2013

ルワンダ政府はキガリ市都市マスタープランならびにキガリ市交通マスタープランを 2013 年に作成済みである。更に、これらマスタープランの更新作業を 2018 年 6 月に開始したところである。

キガリ市交通マスタープラン 2013 の上位計画であるキガリ市都市マスタープラン 2013 において、交通セクターのゴール（開発スローガン）は、“City of Green Transport” と策定された。キガリ市交通マスタープランでは、このスローガンを達成するための 3 つの個別ゴールが設定された。



出典: Kigali City Master Plan and Kigali City Transport Master Plan Report, 2013

図 7.1.1: キガリ市マスタープラン 2013 とキガリ市交通マスタープラン 2013 の開発ゴール

下図にキガリ市交通マスタープランで策定された階層別の開発目標を整理する。3つの開発ゴールの下に8つの目標が設定されている。これら8つの目標を実現するための具体的な事業案が提案された。代表的な事業としては、1) BRTを基幹モードとした公共交通整備、2) 公共交通と私的交通をサポートするための都市道路ネットワーク構築、そして3) 持続可能な開発を支援するNMT(非動力系移動)インフラの充実、が挙げられる。このうち、BRTはキガリ市により事業化調査が実施中である。また、都市道路ネットワークについては、リングロードのFSがインフラ省(MININFRA)により実施され、2019年1月現在、民間事業者がそのレビューを実施している段階にある。したがって、これらマスタープランに沿って各事業が進行中であるといえる。

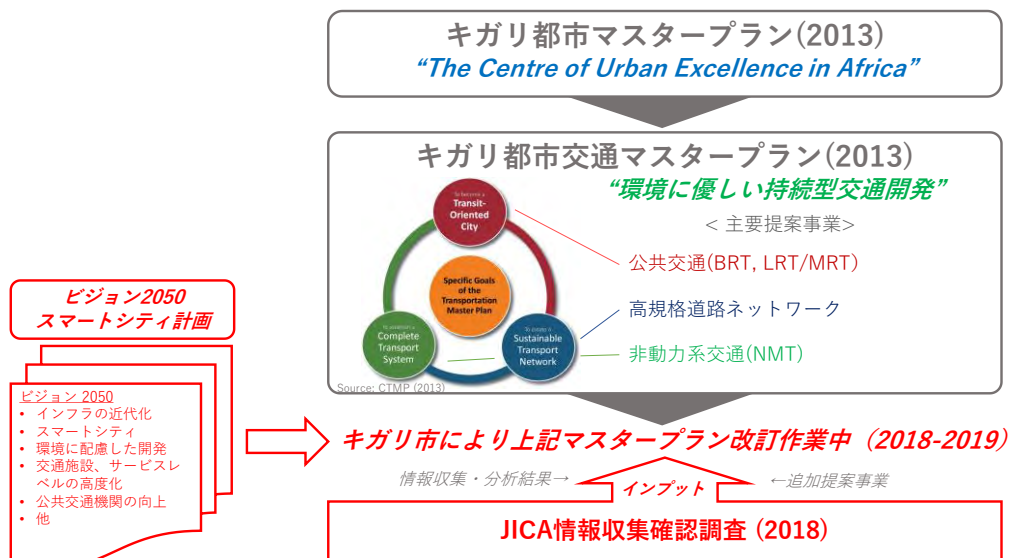
Ultimate Goal	City of Green Transport (環境に優しい持続型交通開発)							
Specific Goals	To become a Transit Oriented City (公共交通指向都市)		To establish a Comprehensive Strategic Road Network (包括的、戦略的な道路ネットワーク)			To create a Sustainable Transport Network (持続可能な運輸ネットワーク)		
	Objectives	Public/Private Transport Modal Split of 70:30 (機関分担率 公共交通/私的交通=70:30)	Average Public Transport Commuting time of 60 minutes (公共交通の平均移動時間=60分)	Construction of Urban Roads to a minimum density of 6km/km ² (都市道路の整備: 道路密度=6km/km ²)	Seamless Intermodal Transport Connectivity (シームレスな交通接続性)	Construction of Intercity Freight Routes and Infrastructure (都市間貨物輸送インフラの建設)	Integrated Non-motorised Transport Infrastructure (統合されたNMTインフラ)	100% of Public Amenities and Facilities served by Public Transport (公共交通へのアクセス100%の達成)

出典: Kigali City Transport Master Plan Report, 2013 (英文は出典まま、邦訳はJICA調査団作成)

図 7.1.2: キガリ市都市交通マスタープラン 2013 の骨格

7.1.2 本情報収集・確認調査の前提条件と位置づけ

本JICA調査は、既存マスタープランの開発方向性を尊重することを第一の方向性とする。その上で、JICAによる今回の調査結果が、マスタープランの更新作業にとって有益なインプットとなることを期待するものである。下図は、本調査とルワンダ側による関連開発計画との関連を整理したものである。



出典: JICA 調査団

図 7.1.3: 本情報収集・確認調査の前提条件と位置づけ

キガリ市の都市交通セクター開発を検討する際には、ルワンダの上位国家開発方針である Vision 2050 にも留意するべきである。すなわち、都市交通セクターの開発においては、BHN (Basic Human Needs) に加えて、以下の Vision 2050 のキーワードを意識することがルワンダ政府側のニーズならびに SDGs (Sustainable Development Goals) の思想とも合致する施策となる。

- ・ 先進的なインフラ施設
- ・ スマート・シティ
- ・ グリーン/エコ フレンドリーシティ
- ・ 先進的な交通施設とサービス
- ・ 効率的な公共サービス

上記に関連して、以下に示すスマートシティ構想、計画が策定されている。

- ・ Smart Sustainable Cities: A Blueprint for Africa (Smart Africa, 2017)
- ・ Smart City Rwanda Masterplan Version 2.0 (Ministry of ICT, 2017)

ルワンダは、Smart Africa の事務局国 (Smart Africa Secretariat) であり、カガメ大統領は同組織の Chairman (Chairman of the Smart Africa Board) である点にも留意することが重要であろう。

7.2 キガリ市都市交通セクターが取り組むべき主要課題

本レポートの 4 章、5 章での現状分析ならびに 6 章における需要予測結果を踏まえて、JICA 調査団による課題認識を整理した。ワーキンググループ会議を通してルワンダ側から聴取した交通セクターに係る課題見解 (5 章に記載) についても包含したものである。

これら課題を俯瞰して、ITS (高度道路交通システム) , TOD (公共交通指向型開発) , Network (交通ネットワーク) , Safety (交通安全) , Capa-Dev (キャパシティ・デベロップメント: 能力開発) 、General (全般事項) の 6 つのキーワードを抽出し、分類した。

表 7.2.1: キガリ市の都市交通分野において取り組むべき主要課題

キーワード : 開発方向性や開発戦略検討に向けたキーワード

道 路	交 通	公 共 交 通	そ の 他
主要交差点での渋滞 ITS, TOD	旧式の固定周期型信号機 ITS	バス路線の不足 Network, TOD	急激な人口増加 General
道路ネットワークの不備と代替路の不足 Network	ピーク時交差点における警察官による手旗交通制御 ITS	低質なバスサービスレベル TOD	都市化の進展、南部および東部へのスプロール Network
市内における大型車の通行、低速渋滞 Network	信号交差点の不足 (無信号、無制御) Network	利用者への運行情報の欠落 ITS, TOD	ブゲセラ新空港による交通流の変化 Network
ブゲセラ県とキガリ市間のネットワーク不足 Network	道路利用者への情報提供不足 Network, ITS	旧式なバスターミナル (混雑) Network, TOD	交通管理者、行政官の能力不足、要員不足 Capa-Dev
幹線道路背後の未舗装低規格道路ネットワーク Network, Safety	交通量等、交通データの欠如 General, Capa-Dev, ITS	路上のバス優先施策の欠如 Network, TOD	交通に係る組織・分野横断の欠如 Capa-Dev
歩行者施設の不備 Safety	駐車場不足 General	バス車両の老朽化 TOD	ICT促進国是、スマートシティ計画への対応 ITS
都市道路設計基準の不備 General, Capa-Dev	交通事故/歩行者安全施設の不備 Safety	2輪タクシーの過剰供給 General	維持管理費の負担増 General
⋮	⋮	⋮	⋮

出典: JICA 調査団

7.3 キガリ市都市交通セクターの開発方向性と実行戦略

既存マスタープランの開発方向性を尊重することを第一の方向性としつつ、JICA 調査団によるキガリ市都市交通セクターの開発方向性と実行戦略について提言するものである。

前述の課題分類に基づいて、本調査におけるキガリ市都市交通セクターの開発方向性とその実現のための主要方策を以下に提言する。これらの提言は、既存キガリ市マスタープラン 2013 の開発方針とも整合性を持つものであり、同じ方向性を共有するものと考えている。

また、ルワンダ政府実施機関側とのワーキンググループ協議での議論を経たものであり、ルワンダ政府側にも受け入れられる提言であると認識する。

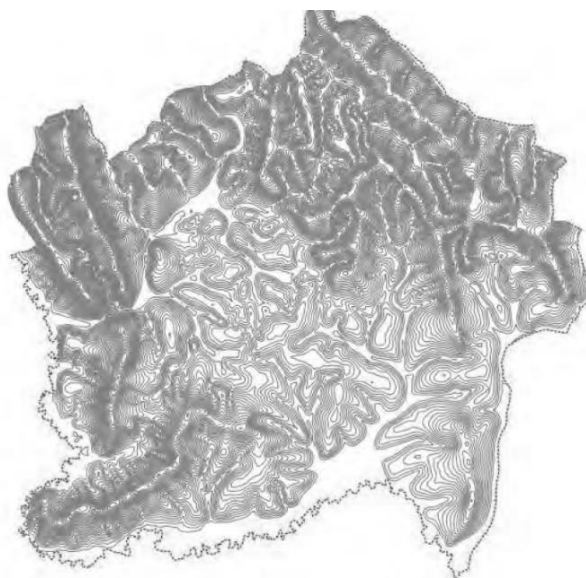


出典：JICA 調査団

図 7.3.1: 提案する開発方向性と実行戦略

7.3.1 TOD 施策（公共交通指向型開発）の実現

キガリ市の地形的特徴として、複数の尾根地形が連坦していることが挙げられよう。低地部は **Wetland**（低湿地）と称され、平時は農作地や緑地、洪水時には雨水滞留の役割を担う。住宅等の開発は尾根上の丘陵斜面に広がっている。地形上ならびに縦断勾配の制約から、道路ネットワークは丘陵地形の等高線に沿ったレイアウトとなっている。したがって、新規に道路ネットワークを整備するには、量的な限界がある。



出典: Kigali City Transport Master Plan Report, 2013, Figure 2.43 Undulating Topography in Kigali

図 7.3.2: キガリ市の丘陵連坦地形

したがって、道路ネットワークに依存した交通施策でなく、限られた道路容量で最大の輸送能力を実現すべく、公共交通重視の交通施策（TOD）に速やかに舵を切る必要がある。

公共交通機関への需要転換を推進するために、公共交通の利便性向上と輸送能力の向上が必須である。キガリ市マスタープラン 2013 においては、基幹公共交通機関として BRT が提案されており、FS 調査が実施中である。本調査においては、既存バス交通の改善も重要であると捉えており、提案事業には既存バスサービスの改善を挙げている。

また、混雑交差点への信号システムの導入が必要であるが、バス優先信号システム（PTPS）を導入する等も TOD ならびに TDM（Transportation Demand Management：交通需要マネジメント）施策として有効である。

当調査団の分析（第 6 章：需要予測）では、2030 年以降には BRT 全計画路線が供用されても市内渋滞が顕著となる結果となっている。より輸送能力のあるモード（AGT やモノレール等）の検討を進める必要があると考える。したがって、本調査での提案事業として、マストランジット検討調査を含めている。

7.3.2 道路ネットワークの整備

現在は単路部での渋滞はみられない。交差点での渋滞である。6 章に記載した現況交通流の再現結果においても同様の結果となっていることが確認された。

現状道路網には、以下の問題がある。

- ・ 道路密度が低い。
- ・ 代替ルートが極めて少ない。
- ・ 舗装率が極めて低い。

基幹となる道路骨格を戦略的、選択集中的に整備する必要がある。キガリ市交通マスタープラン 2013 で提案されている高規格道路の整備ならびに幹線道路網の改良は、本調査団の需要予測結果からも効果が確認されており、キガリ市交通マスタープラン 2013 での提案に賛同する。

また、キガリ市交通マスタープラン 2013 に対して本調査団から追加に提案する道路事業は第 6 章で述べている。追加提案事業（インターベンション事業と称す）を以下に再整理した。これらのインターベンション事業案がマスタープラン更新作業に参照、活用されることを期待する。

表 7.3.1: 交通マスタープラン 2013 に対する追加提案道路事業

No.	追加提案道路
高規格バイパス道路の提案	
1	<p>North-South Bypass Tunnel (南北バイパス道路のトンネル)</p> <p>リングロードとともに HCUR (高規格都市道路) として提案されている南北バイパス。リングロードとの接続により高規格道路ネットワークとして機能する。しかしながら、マスタープラン 2013 の道路線形では、尾根丘陵区間の縦断勾配は 10%超 (設計速度 20km/h 以下) と考えられ、RTDA 道路基準を満たさない。本道路に期待される高規格道路機能、市街部への物流配送ルート機能を考慮し、丘陵部区間へのトンネル代替案 (延長約 1.5km) を提案する。丘陵地形のルワンダにはトンネル技術の潜在需要があるであろう。</p>
2	<p>Ridge Link Bypass (リッジリンク・バイパス: 尾根間接続バイパス)</p> <p>既存道路ネットワークは尾根の等高線に沿ったレイアウトとなっている。尾根を跨ぐ移動には等高線に沿った迂回を余儀なくされる。本調査の需要予測結果から交通量の多い尾根間 OD 区間に着目した。尾根間を接続するショートカット道路 (尾根間接続バイパス) を提案する。大規模な橋脚 (最大高 50m 程度) を必要とする。また、景観配慮、地域分断軽減のために支間長も極力延ばすべきであろう。丘陵地形のルワンダで適用拡大が期待される技術であろう。</p>
ボトルネック交差点改善の提案	
3	<p>Intersections (at-graded) and Traffic Control Center (市内渋滞交差点の信号交差点化と交通管制センターの設置)</p> <p>キガリ市内の主要交差点ではピーク時の渋滞が既に顕在化しており、短期施策として至急の改善が必要である。信号灯器は一部に設置されているものの旧式である (固定周期、単独制御)。ピーク時には警察官が手旗誘導している。信号交差点を改良することで渋滞緩和を即効的に実現する。具体的には、交差点形式の最適化 (用地取得を伴わない規模での土木工事)、新型信号システム (可変周期、連携制御) の導入、交通データ収集施設の設置、である。また、これらシステムを制御するための交通管制センターが必要となる。統合集中管理された交通データは、道路管理者が具体的な交通施策を策定するために活用される。また、ルワンダ国の目指すスマートシティ構想を意識して、管制センターは交通以外の都市分野にも拡張可能なものとするを提案する。ルワンダ国内の他都市への適用可能性とともに、アフリカ諸国のスマートシティ・モデル事例となる可能性がある。</p>
4	<p>Intersections (grade separated) (市内渋滞交差点の立体交差化)</p> <p>第 6 章で述べたように、一部の交差点は中期的に立体交差化が必要となろう。具体的には、ギボロソ交差点、シェランド交差点、ギシュシュ交差点の 3 交差点である。立体交差にはフライオーバーとアンダーパスがある。キガリ市の主要幹線道路は尾根筋に限られていること、それらの道路に既に高架マスター交通が予定されていること、を考慮すると、道路のアンダーパス化が推薦される。通常アンダーパスでは排水ポンプの設置が必須となるが、キガリ市の尾根地形は排水の自然流下を可能とする。地形起伏を活かした立体交差事業は、キガリ市のみならずルワンダ他都市でも適用可能であろう。</p>
ミッシングリンク改善/アクセスリダグンダンシー確保の提案	
5	<p>New 2-lane Bridge on KG 774 (KG774 のミッシングリンク解消橋梁)</p> <p>既存道路ネットワーク上のミッシングリンク。雨季の増水により一般車両では通行不能となる。全天候対応するために橋梁 (支間長 20m 程度) とアプローチ堤防盛土道路を建設し、ミッシングリンクを解消する。本リンクの接続により、ニャゴゴ交差点 (混雑交差点) の交通量を分散、軽減する効果が期待される。本事業については、キガリ市の計画に含まれているとのことである。</p>

6	<p>Replacement of Bicumbi Bridge and Bugesera Bridges (2 bridges) on DR57 (代替ルート強化のための DR57 路線の橋梁架け替え)</p> <p>新空港建設によりブゲセラ郡の開発は促進されよう。キガリ市とブゲセラ郡を結ぶアクセス道路は1つしかない。本調査で代替路線の交通量を試算したが、需要は非常に少ない結果となった。しかしながら、都市機能の冗長性(リダンダンシー)の観点から、第二のアクセスルートは重要であろう。既存道路 DR57 はその要件を満たすが、橋梁(路線上3橋)の損傷が激しい。よってその架け替えを提案する。</p>
<p>既存道路改良の提案</p>	
7	<p>Rehabilitation and Upgrading of Kigali-Kayonza Road (キガリ-カヨンザ道路の改良・拡幅)</p> <p>キガリ-カヨンザ道路はタンザニアからの物流経路である。将来を見据えた容量拡大(拡幅による4車線化)や登坂車線設置が必要であろう。大型車は2車線道路を高速走行している。沿道には学校や工場もあるが、歩行者は路肩を歩いている。事故軽減のためにも歩道の整備は急務である。</p>
8	<p>Sector project loan for the improvement of urban road network (市内道路改良)</p> <p>主要幹線道路の背後圏にある道路ネットワークの改良。キガリ市の舗装率は極めて低い。幹線道路の背後には急勾配の土道が接続されている。このような道路ネットワークは、公共交通機関の乗り入れを困難にし、市民のバス利用を阻害する。舗装以外に、道路排水の改善や、交通安全施設の設置、NMT施設の設置等、道路全般の改良を含む。プロジェクトはドナー・ローンを想定しているが、最初から用途を固定するのではなく、実施中の用途修正等の柔軟性を持たせることが重要と考える。工事はルワンダ業者により実施される。</p>

出典：JICA 調査団

7.3.3 交通高度化 (ITS/Smart City) の推進

当調査では、調査の初期段階より、ボトルネック交差点における渋滞、既存交通管理システム(信号)の脆弱性を指摘してきた。カウンターパート機関との4回のワーキンググループ会議においても交通高度化、ITSの有効性について意見交換を実施してきた。カウンターパート側からもITSに対しての期待が聞かれた。

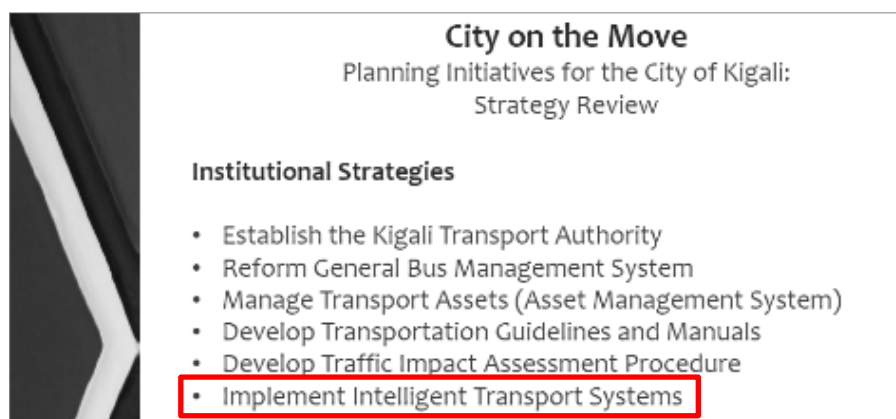
キガリ市交通マスタープランは現在改定中である(2019年1月時点)。マスタープラン更新の中間検討資料において、キガリ市交通マスタープラン2013で提言された8つの開発目標に対して、9つ目の開発目標として“効果的な運輸政策の実施(To Implement Transport Policy Effectively)”の追加が検討されている。

Ultimate Goal	City of Green Transport (環境に優しい持続型交通開発)								
Specific Goals	To become a Transit Oriented City (公共交通指向都市)		To establish a Comprehensive Strategic Road Network (包括的、戦略的な道路ネットワーク)			To create a Sustainable Transport Network (持続可能な運輸ネットワーク)			
	Objectives	Public/Private Transport Modal Split of 70:30 (機関分担率/公共交通/私的交通=70:30)	Average Public Transport Commuting time of 60 minutes (公共交通の平均移動時間=60分)	Construction of Urban Roads to a minimum density of 6km/km2 (都市道路の整備:道路密度=6km/km2)	Seamless Intermodal Transport Connectivity (シームレスな交通接続性)	Construction of Intercity Freight Routes and Infrastructure (都市間貨物輸送インフラの建設)	Integrated Non-motorised Transport Infrastructure (統合されたNMTインフラ)	100% of Public Amenities and Facilities served by Public Transport (公共交通へのアクセス性100%の達成)	Public/Private Transport Modal Split of 70:30 (機関分担率/公共交通/私的交通=70:30)

出典: Stakeholders Meeting #02, Master Plan Update in Sep. 2018 (英文は出典まま、邦訳はJICA調査団作成)

図 7.3.3: キガリ市都市交通マスタープラン2018の骨格案

この追加開発目標は、組織制度面に焦点を当てたものであり、下図の 6 項目が組織制度面の開発戦略として挙げられている。マスタープラン 2013 で焦点があてられていなかった交通高度化、ITS（高度道路交通システム）が盛り込まれている。



出典: Stakeholders Meeting #02, Master Plan Update in Sep. 2018, Courtesy to SJ and SMEC

図 7.3.4: 更新マスタープランにおける ITS の提言 (案)

マスタープラン 2013 以降のキガリ市に関連する開発計画として、スマートシティ関連の計画文書がある。

- Smart Sustainable Cities: A Blueprint for Africa (Smart Africa, 2017)
- Smart City Rwanda Masterplan Version 2.0 (Ministry of ICT, 2017)

マスタープラン 2018 はこれらスマートシティ政策を意識した方向付けがされると考える。

また、TDM（Transportation Demand Management：交通需要マネジメント）施策として、将来的にロードプライシングを導入することも有効であるかもしれない。こうした施策を具体的に検討するためには、交通データの収集と解析が必須である。高度化された信号システム、交通量収集システム、交通管制センターの導入は、TDM 施策の実現に有効となる。

7.3.4 交通安全の向上

一般に、交通事故による人命ロス、経済的ロスは甚大である。残念ながら今回の調査では警察当局からの交通事故データの提供は実現しなかった。しかしながら、道路管理者（MININFRA、RTDA）からは、交通事故、とりわけ、バイクが関係した交通事故が急増しているとの指摘がある。交通安全の向上が急務である。

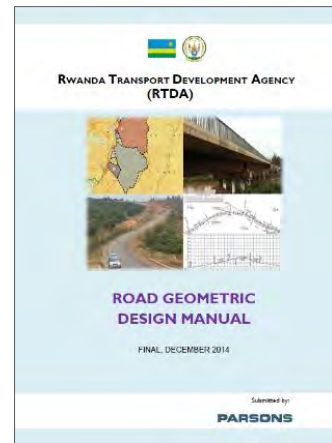
表 7.3.2: 交通安全向上の対象と改善すべき事項

改善の対象	改善すべき事項
運転者/所有者	運転者による交通マナー欠如、車両所有者による管理、教育不足
歩行者/旅客	学校や警察による交通安全啓蒙活動の未実施、不足
車両整備	車両の整備不良
マニュアル/ガイドライン	道路設計基準等のマニュアル/ガイドラインの未整備または陳腐化
制度/統計	事故データの収集蓄積と分析の不備、不足
都市インフラ	道路構造上の欠陥、安全施設の不備、不足

出典：JICA 調査団

交通安全の向上策には、交通安全教育等のソフト面の対策と交通安全施設の設置といったハードインフラ面の対策がある。先に述べたように、本調査では事故データの収集は実現しておらず、事故原因の分析等も実施していない。よって、本調査では、ソフト面の対策については言及していない。ソフト面の対策については、警察当局や教育関係者等との協力を得て別途検討されることを期待する。

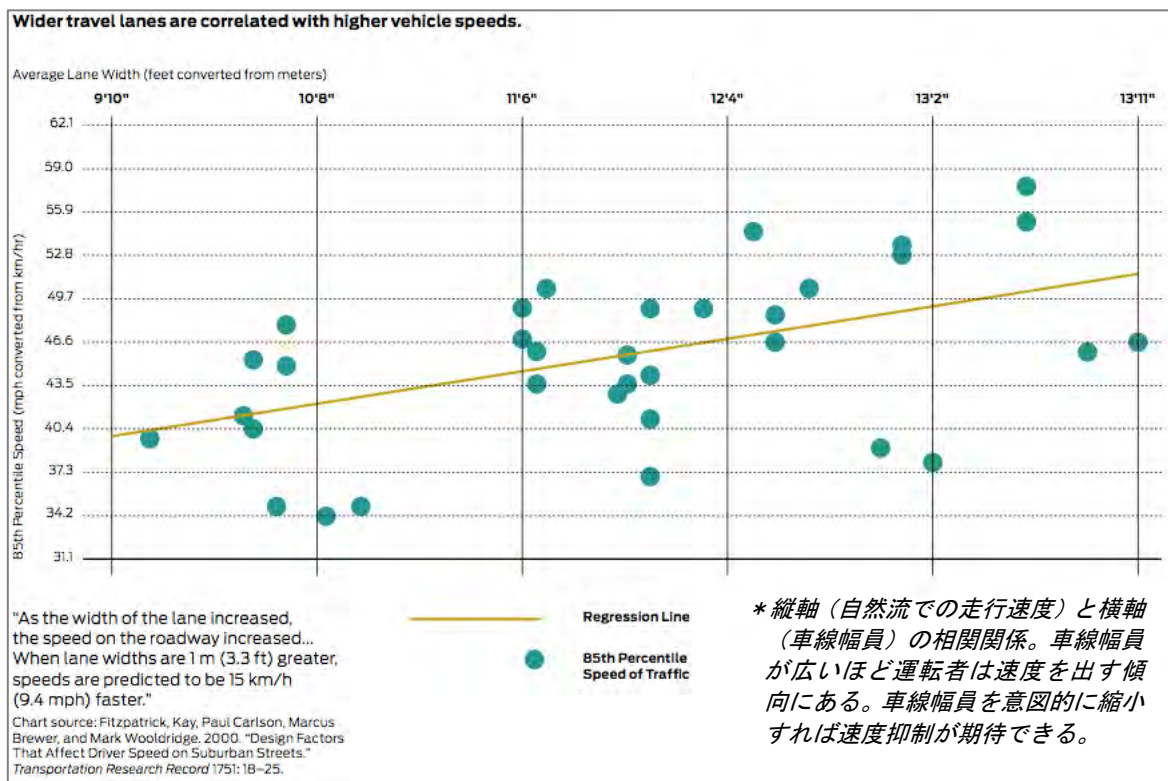
本業務の主要カウンターパートである道路管理者に関連して、ハード面の向上策について述べる。JICA 調査団による現場調査においても、多くの主要幹線道路においても歩行者のための安全施設が不足していることが見受けられた。道路管理者が交通安全対策を実施するためには、交通安全に配慮された道路設計マニュアルの整備が必須である。ルワンダ国においては、道路設計マニュアル（右参照）が 2014 年に作成されているが、未だに未承認の状態となっている。本マニュアルは、幾何構造等、道路全般に関する設計指針が示されている。AASHTO 等の基準を参照して作成されているようであるが、ルワンダ国の実情に沿った内容とすべきかもしれない。具体的には、ルワンダのような起伏の激しい地形状況を勘案したマニュアルの改訂である。



出典: RTDA

図 7.3.5: 道路設計マニュアル

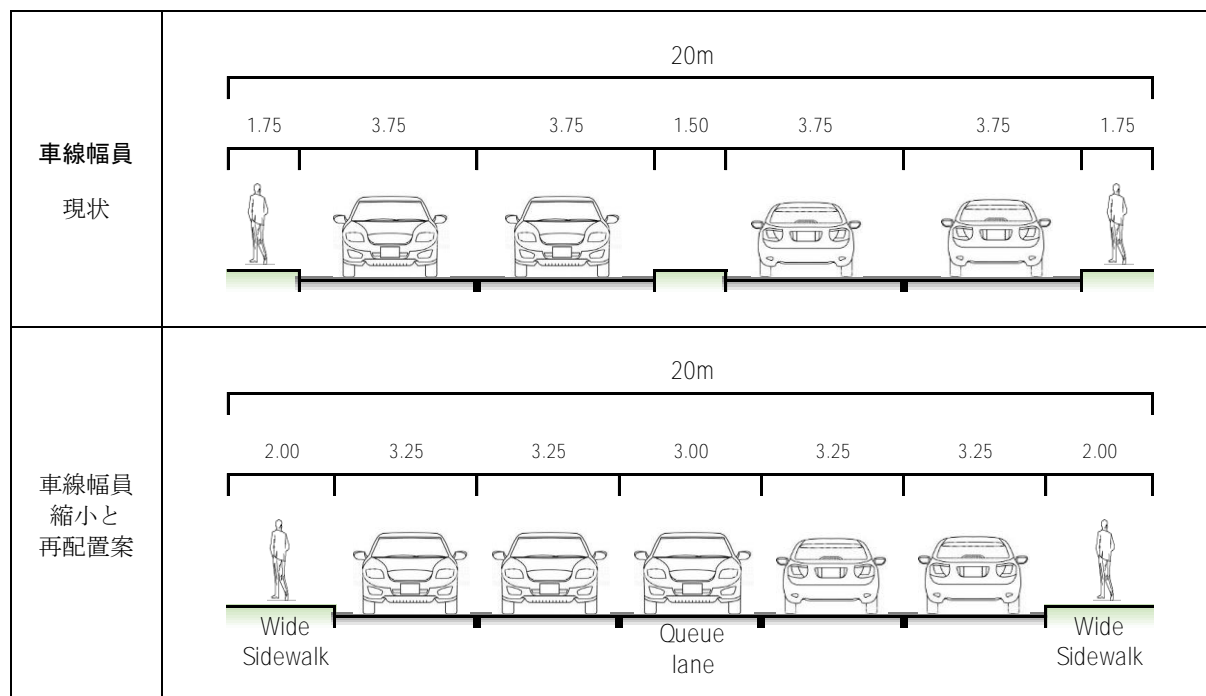
また、多くの先進国でも整備されているように、都市道路に特化したマニュアル/ガイドラインを整備することは交通安全向上の観点からも大変効果的である。例えば、歩行者や沿線施設（学校等）の多い都市部においては、80km/h 等の高速走行は必ずしも必要ではなく、むしろ速度を抑制することが必要である。そのために幾何構造で車線幅員を意図的に狭めるような施策が先進国では実際に導入されている。下図は、車線幅員と実際の走行速度の関係を示したものである。



出典: National Association of City Transportation Officials (NACTO), USA

図 7.3.6: 車線幅員と走行速度の相関（参考資料）

車線を意図的に狭くすることで、運転者が自発的に速度を低下することが統計的に示されている。既存道路についても車線幅員を戦略的に縮小することで、右折レーン、左折待機レーンや広い歩道の設置、バス優先レーンの設置等が可能となる。また、将来の高架マストラシステムを導入するための橋脚スペースを担保することも可能となる。



出典：JICA 調査団

図 7.3.7: 車線幅員の縮小による効果例

図 7.3.3 に示したマスタープラン改定案においても、交通に関するガイドラインの整備が提唱されている。当調査団もマスタープラン改定案の方向性に同意するものである。

7.3.5 能力開発

都市交通セクターに携わる関係者の能力向上である。行政セクターのみならず、バス事業者等の民間セクターも含まれるべきである。また、IT 立国を国是としているルワンダであるので、IT 起業者、スタートアップ企業等の交通セクター開発への参画も考慮されるべきであろう。ルワンダならびにキガリ市が野心的に目指そうとしているスマートシティ構想において、これら IT 関係者と交通セクターが協業・連携でくるような仕組み、事業提案が求められる。

組織改善、能力開発については、キガリ市交通マスタープラン 2013（第 5 章）でも触れられている。すなわち、キガリ市の都市交通施策を組織横断的に司る役割を担うキガリ交通庁（KTA: Kigali Transport Authority）の設立である。キガリ市の都市交通セクターの組織制度面の現状問題点として、以下が指摘されている。

- ・ 都市交通セクター行政組織の能力不足
- ・ 多すぎる関係機関による縦割り弊害
- ・ 断片的な都市交通政策、交通データの欠如

KTA 設立について、下図工程が示されたものの、2019 年 3 月時点では、実現には至っていない。市内交差点での渋滞の顕在化への対応や、BRT 事業（FS 実施中）の効率的な実施のためにも、KTA のような都市交通を専任とする行政機関の早期設立が望まれる。

	2013	2014	2015	2016	2017	2025	2040
Reformation of Local Government							
Strengthening of Local Government							
Establishment of Transport Planning Commission							
Kigali Transport Authority (KTA) preparation task force							
Establishment of KTA							

出典: Kigali City Transport Master Plan Report, 2013

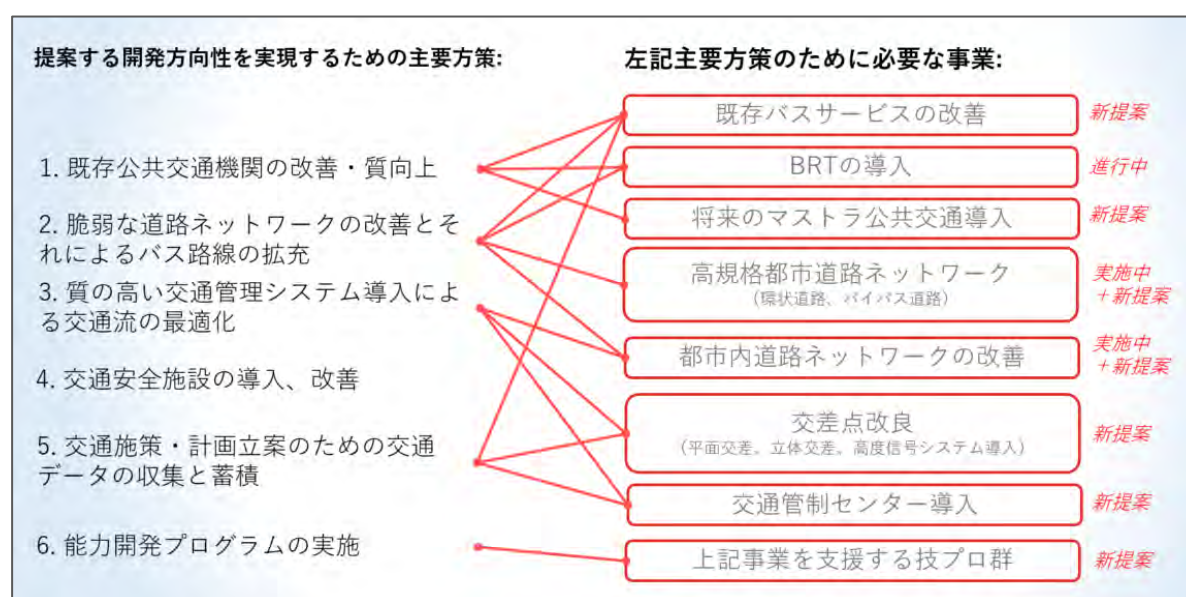
図 7.3.8: Kigali Transport Authority (キガリ交通庁) の設立スケジュール

政策の立案のためには、交通データの収集と分析が必須である。本調査で提案する交通管制センター（TCC: Traffic Control Center）または、シティコントロールセンター（CCC: City Control Center）には交通データが収集、蓄積されることとなる。これらのデータは適切に分析されてこそ交通施策への反映が実現するものである。また、道路管理者や公共交通管理者、事業者、等の複数のステークホルダーによって、分野横断的に活用されるべきである。提案されているキガリ交通庁は、シティコントロールセンターの運営管理に強く関与することが理想的である。

また、ルワンダは ICT 開発を国是としており、IT 系スタートアップ企業が多数設立、活動しているところである。これらのスタートアップ企業に対してもシティコントロールセンターで収集される交通データは提供されるべきであり、スタートアップ企業によるインターベンションによりセンター機能は更に改善、拡張されることが期待される。分野横断機能を有したキガリ交通庁は ICT 開発にとっても有効に機能する組織となるべきである。

7.4 提案事業案（インターベンション）

JICA 調査団が提案した開発方向性ならびに実行戦略を推進するために必要と考えられる事業を提案、整理する。



出典: JICA 調査団

図 7.4.1: 提案事業案（インターベンション）

7.4.1 実施中または進行中事業

ルワンダ政府側により既に実施中ないし進行中である事業群を整理する。これら事業は既存マスタープラン等を踏襲した計画であり、公共交通改善、道路網拡充、制度整備に分類される。

表 7.4.1: 実施中または進行中の事業リスト

事業種別	事業名	事業状況	資金目途
公共交通 TOD	Bus Rapid Transit (BRT) バスラピッドトランジット (BRT)	FS 実施中 (CoK)	未定
	Dedicated Bus Lane (DBL) バス優先車線計画	計画中 (CoK)	未定
	Standard Gauge Railway (SGR) 標準軌鉄道 (タンザニア～キガリ)	調査中 (GoR)	未定
	Cable Car (3 lines from Nyabugogo) ケーブルカー計画 (ニャブゴゴ)	公募中 (CoK)	未定
高規格道路 (HCUR) Network	Kigali Ring Road (modified alignment) and North-South Bypass キガリ環状道路及び南北バイパス高規格道路	FS 実施中 (民間: Mota Engil 社)	BOT
	BIA Expressway ブゲセラ空港高速道路	DED 実施中 (民間: Mota Engil 社)	BOT
幹線道路 Network	Widening of Sonatube-Akagera River Section to 4-lane ソナツベ～アカゲラ間 4 車線化拡幅	資金契約中	Exim Bank
	Widening of Kigali-Muhanga-Akanyaru Road キガリ～ムハンガ～アカニャル間拡幅	資金模索中	未定
	Widening of Kigali-Kayonza Road キガリ～カヨンザ間拡幅	資金模索中	未定
	Urban Roads Upgrading Project (54.56km Project) (Nyabugogo Intersection with Nyabugogo Bridge Construction is included) 都市道路改良事業	工事中 (Exim Bank)	Exim Bank
	Urban Roads Upgrading Project (Rehabilitation of Asphalt Roads: 21.08km, Construction of Asphalt Roads: 120km, Widening of paved roads: 60km) 都市道路改善事業	計画中 (CoK)	GoR/CoK
組織・制度 維持管理 Capa-Dev	RAMS (Road Asset Management System) 道路アセットマネジメントシステム	調達手続中 (RTDA)	AfDB
調査 General	Kigali Transport Master Plan (update of Version 2013) キガリ交通マスタープラン	実施中 (CoK)	GoR/CoK

出典: JICA 調査団

7.4.2 提案事業案 (インターベンション事業)

次に、上記に加えて JICA 調査団による情報収集および分析結果を踏まえた提案事業 (インターベンション事業) として以下の候補事業をロングリストとして提案する。

ロングリストは、JICA 調査団による課題整理を踏まえた提案事業であり、表 7.4.1 で網羅されていない事業としている。

キガリ市交通マスタープランは 2019 年 1 月時点では改訂作業中である。これらの提案事業がマスタープラン改訂の参考、一助となることを期待する。

表 7.4.2: インターベンション事業のロングリスト

事業種別	事業名	事業概要
公共交通 TOD	Technical Assistance in Public Transport (Improvement of Bus Service) 既存バス事業サービス改善のための技術プロ	事業者の能力向上 (路線再編検討、事業形態の検討等) 利用者の利便性向上 (運行情報の提供等) 管理者の能力向上
高規格道路 (HCUR) Network	North-South Bypass Tunnel 南北バイパストンネル建設	南北 BP の経路短縮 CBD への物流ネットワーク整備 (環状道路との相乗効果) 山岳国ルワンダへのトンネル技術の適用、将来性
	Ridge Link Bypass 尾根接続バイパス建設	尾根間の直結ルートによる経路短縮 市内渋滞道路の緩和 山岳国ルワンダへの高架橋技術の適用、将来性
幹線道路 Network Safety	Improvement of Major Congested Intersections (At-graded measures) 混雑交差点の改善 (平面交差構造)	小規模土木工事による交差点改良 (用地取得無し) 高度信号システムの導入
	Improvement of Major Congested Intersections (Grade-separated measures) 混雑交差点の改善 (立体交差構造)	立体交差による交差点混雑の緩和 将来計画 (高架マストラ、BRT) に配慮した構造形式
	New 2-lane Bridge on KG774 KG774 上のミッシングリンク解消	ミッシングリンク解消と市内アクセス経路短縮 ニャゴゴ交差点の混雑緩和 (交通分散)
	Replacement of Bicumbi Bridge and Bugesera Bridges (2 bridges) on DR57 ビチュンビ橋架け替え	老朽橋梁の架け替え、安全向上 ブゲセラへのアクセス冗長性の担保
	Rehabilitation and Upgrading of Kigali-Kayonza Road キガリ~カヨンザ道路拡幅改良	DR57 の EAC 道路基準適用 交通混雑緩和と将来需要への対応 歩行者安全の向上
その他道路 Network Safety	Sector project loan for the improvement of urban road network 都市内道路の改良	都市内道路の改良 (舗装、排水、安全施設、等) 公共交通 (バス) ネットワークの拡大 NMT 交通への配慮 地元工事業者の能力向上
交通全般 ITS Capa-Dev	SMART City Control Center Project (Smart C3 Project) シティコントロールセンター建設	交通管制センターの建設 (中央信号制御、等) 交通データの収集、蓄積、分析 将来のスマートシティを指向した施設 (上記以外の付加機能) アフリカ諸国のモデルケースを目指す
	O/M Training for the SMART City Control Center シティコントロールセンター運営技術プロ	上記シティコントロールセンターの維持運営能力の向上 交通データの分析能力向上
組織・制度 維持管理 Capa-Dev General Safety	Technical Assistance to establish Kigali Transportation Authority (KTA) キガリ交通庁の設立支援技術プロ	組織横断機能を有したキガリ交通庁の設立 交通に携わる管理者の能力向上 交通施策の立案能力向上
	Establishment of Urban Road Design Guideline 都市道路設計基準の整備	都市道路に特化した設計基準の整備 ルワンダ、キガリ市の特性に配慮した基準整備 交通安全への配慮 (特に交通弱者配慮)
調査 TOD	Pre-Feasibility Study for Mass Transit Transport System マストラ事業化調査	将来のマストラの需要確認 最適なモード検討 (LRT, AGT, MRT、モノレール等) 事業化検討

出典: JICA 調査団

7.4.3 実施工程案

ルワンダ側による実施中、進行中事業ならびに、JICA 調査団によるインターベンション事業について、実施工程案を検討した。

(1) 短期施策

今後 5 年程度（2019～2023 年）で実現されるべき施策である。短期的に開発すべき施策としては、現在既に顕在化している交通問題に対する以下への対応である。

- 混雑交差点の改善（渋滞が顕在化しており即時対応を要する）
- バス事業サービス改善（BRT との連携）
- ミッシングリンク解消（既存道路ネットワークの不備解消）
- 老朽橋梁の架け替え（ブゲセラ方面の非常時代替ルート）
- 都市内道路の改善（未舗装道路への対応）
- 組織/能力改善（交通管理能力の向上）

用地取得を伴う事業は長期のリードタイムを要する。短期施策で選定する案件は、用地取得の必要がない、または限定的であることに留意した。また、中期事業の実施のための計画・設計も短期施策に含む。

(2) 中期施策

中期施策には、交通需要に対応した新規道路建設が含まれる。JICA 調査団が本調査で実施した交通需要予測結果を踏まえて提案する新規道路ネットワークを含む。これらの事業は事業規模が大きく、用地取得を伴う計画となる。したがって、準備期間（計画、設計、入札、用地取得期間）を十分に考慮する必要がある。

(3) 長期施策

長期的に開発すべき施策を検討した。短期、中期施策で実施される事業の実施進捗にも影響される。JICA 調査団の実施した需要予測結果においては、2030～2040 年を目途に BRT や HCUR 整備に加えてマストラシステムを導入する必要がある。

(4) 全体工程

JICA 調査団が提案するインターベンション事業の工程案を以下に示す。

表 7.4.3: インターベンション事業の実施工程案

事業名	短期施策					中期 -2030	長期 -2040	Project Profile 対応番号
	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5			
SMART City Control Center Project (Smart C3 Project) シティコントロールセンター建設	P		Con					KP-04
Improvement of Major Congested Intersections (At-graded measures) 混雑交差点の改善 (平面交差構造)	P		Con					
O/M Training for the SMART City Control Center シティコントロールセンター運営ソフコン			P	TA				
Establishment of Urban Road Design Guideline 都市道路設計基準の整備	P	T						KP-12
Technical Assistance in Public Transport (Improvement of Bus Service) 既存バス事業サービス改善のための技プロ		P	TA					KP-13
Technical Assistance to establish Kigali Transportation Authority (KTA) キガリ交通庁の設立支援技プロ			P	T				KP-14
New 2-lane Bridge on KG774 KG774 上のミッシングリンク解消	P		Con					KP-08
Improvement of Major Congested Intersections (Grade-separated measures) 混雑交差点の改善 (立体交差構造)			P	Con				KP-05-1 KP-05-2 KP-05-3
Replacement of Bicumbi Bridge and Bugesera Bridges (2 bridges) on DR57 ビチュンビ橋架け替え			P	Con				KP-09
Rehabilitation and Upgrading of Kigali-Kayonza Road キガリ~カヨンザ道路拡幅改良				P	Con			KP-10
Sector project loan for the improvement of urban road network 都市内道路の改善 (セクター借款)				P	Con			KP-11
North-South Bypass Tunnel 南北バイパストンネル建設				P	Con			KP-03 KP-03a
Ridge Link Bypass 尾根接続バイパス建設				P	Con			KP-06
Pre-Feasibility Study for Mass Transit Transport System マストラ事業化調査					P	Con		KP-15
脚注: <u>Project Profile</u> は本章 (7 章) 末尾に掲載 凡例: P: Preparation Period (事業準備期間: 調査計画、設計、入札、等) Con: Construction Period (工事期間) TA: Technical Assisntance (技プロタイプ実施期間)								

出典: JICA 調査団

これら提案事業とルワンダ政府により進行中事業との事業連携の概要を以下に整理する。

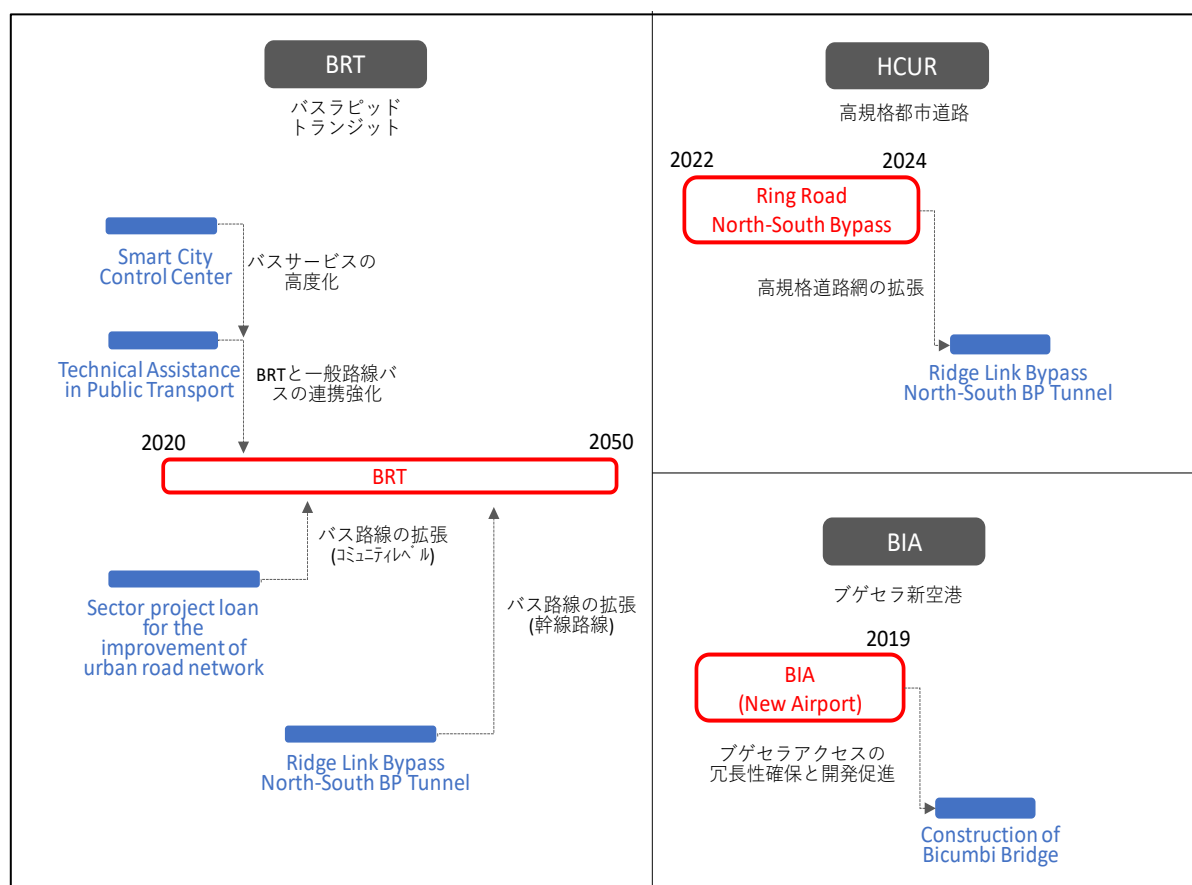
キガリ市交通マスタープラン 2013 で提案されている BRT は現在ルワンダ側により事業化調査が実施中である。JICA 調査団が提案するインターベンション事業は、路線バスのサービス

レベル改善や、管制システムによるサービスレベルの高度化、都市道路の改良によるバス路線の拡張を担う提案であり、BRTの機能向上を目指すものとなる。

高規格道路については、環状道路と南北バイパスが計画されている。JICA調査団のインターベンション事業は、これら高規格道路が完成した後の後続事業として、更なる高規格都市道路ネットワークを拡充するものである。

新ブゲセラ国際空港は2019年開港を目指して工事中である。インターベンション事業であるビチュンビ橋架け替えは、キガリ~ブゲセラ間に唯一つしかないアクセスルートの冗長性代替性を担保する計画であるとともに、ブゲセラ地域の更なる経済発展を促進する提案である。

無償スキームの候補案件は、主に短期施策として、ハード施設、ソフトコンポーネント（技プロ等）を設定した。また、有償スキームは、同時期に集中しないような工程設定とした。



出典：JICA 調査団

図 7.4.2: インターベンション事業と進行中事業との連携

7.4.4 資金計画案

進行中事業ならびに JICA 調査団によるインターベンション事業の資金計画について以下に概要整理する。

表 7.4.4: 進行中事業の資金計画

事業名	概算事業費 (million USD)	資金目途
Bus Rapid Transit (BRT) バスラピッドトランジット (BRT)	580	未定
Kigali Ring Road (modified alignment) キガリ環状道路	na (Private)	BOT 想定
North-South Bypass マスタープランで提案された南北バイパス道路	100	未定 or BOT
計	680	

出典: JICA 調査団

表 7.4.5: インターベンション事業の資金計画

事業名	概算事業費 (million USD)	
Improvement of Major Congested Intersections (At-graded measures) 混雑交差点の改善 (平面交差構造)	25	
SMART City Control Center Project (Smart C3 Project) シティコントロールセンター建設		
O/M Training for the SMART City Control Center シティコントロールセンター運営技プロ		
Establishment of Urban Road Design Guideline 都市道路設計基準の整備	1.0	
Technical Assistance in Public Transport (Improvement of Bus Service) 既存バス事業サービス改善のための技プロ	1.5	
Technical Assistance to establish Kigali Transportation Authority (KTA) キガリ交通庁の設立支援技プロ	1	
New 2-lane Bridge on KG774 KG774 上のミッシングリンク解消	4.2	
Improvement of Major Congested Intersections (Grade-separated measures) 混雑交差点の改善 (立体交差構造)	55.4	
1) Construction of Underpass at Giporoso Intersection		
2) Construction of Underpass at Chez Lando Intersection		
3) Construction of Underpass at Gishushu Intersection	11.9	
Replacement of Bicumbi Bridge and Bugesera Bridges (2 bridges) on DR57 ビチュンビ橋架け替え	5	
Rehabilitation and Upgrading of Kigali-Kayonza Road キガリ~カヨンザ道路拡幅改良	86.5	
Sector project loan for the improvement of urban road network 都市内道路の改良	77	
North-South Bypass Tunnel 南北バイパストンネル建設	45	
Ridge Link Bypass 尾根接続バイパス建設	260	
Pre-Feasibility Study for Mass Transit Transport System マストラ事業化調査	2	
計	563	

出典: JICA 調査団

(1) 自国資金

ルワンダにおいて、事業規模の大きな事業はドナーによる借款または民間事業として実施されることが多い。BRT 計画は事業規模約 580 百万ドルの事業であるが、未だに資金目途はたっていない。

(2) 民間資金

有料道路としての事業化が想定される事業については民間資金を活用することが考えられる。ブゲセラ高速道路は新ブゲセラ国際空港のコンセッション契約に含まれており、民間事業者が詳細設計を実施中である。また、環状道路についても民間事業者による FS が実施中である。

(3) ドナー資金

JICA 調査団は、世銀、アフリカ開発銀行、EU（欧州連合）の在キガリ事務所と面談した。これらドナーの都市交通セクターへの支援方向性は以下のとおり。

いずれのドナーもキガリ市都市交通問題には注力していない。交通セクターでは、地方部道路の開発事業が実施されている。エネルギー等の他セクターで注力すべき案件が多く、都市交通セクターは現時点では注力の対象外となっているとのことであった。

中国は、キガリ市内の交通セクターに対して積極的な事業展開を実施している。将来計画は入手できなかった。また、ルワンダ側（MININFRA）も把握していないとのことである。直近では、中国企業より市内アンダーパス事業の提案がされているが具体化はしていない（2019年1月時点）。

表 7.4.6: 主要ドナーの都市交通セクターへの支援意向

ドナー名称	都市交通セクターへの支援意向
World Bank (世銀)	<ul style="list-style-type: none"> ・実施している案件は、Feeder Road、Regional Road、都市開発、都市交通 ・ルワンダ 6 都市を対象とした都市インフラ整備事業に約 95 million USD の借款供与中。キガリ市も含まれる。街路改修を実施している。 ・バスのアップグレードを検討していたが、キガリ市が BRT を計画し始めたため静観している。 ・JICA との協調融資は関心がある。
African Development Bank (アフリカ開発銀行)	<ul style="list-style-type: none"> ・AfDB もキガリ市の交差点渋滞は問題と考えている。信号は短期的には有効であろうが、長期的には立体交差（フライオーバー）が必要になろう。AfDB はフライオーバーへの支援に関心がある。 ・道路アセットマネジメントに資金支援中
Delegation of the European Union (欧州連合)	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーセクターに注力している。 ・道路セクターは、地方道路事業（National Feeder Road Programme）が最後（2018年に完了） ・EU は基本的に無償支援のみ。他ドナーと協調支援しているが、EU は無償部分を担当している。 ・公共交通には関心がある。

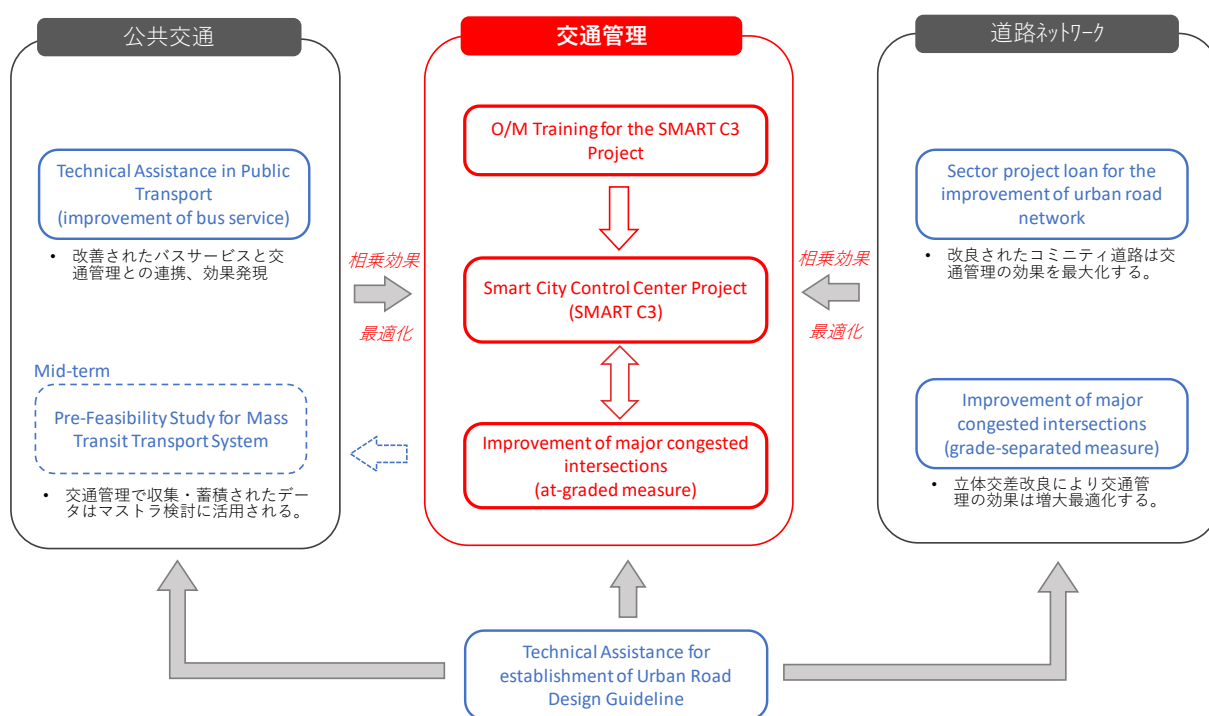
出典: JICA 調査団

ドナー機関とルワンダ政府の間で定期会合が開催されており、支援計画や進捗報告が議論されている。中国は同会議に参加しておらず、独自ルートで提案している。

7.4.5 優先事業

インターベンション事業の中から、短期施策として実行可能と考えられる事業群を抽出した。選定の基準は、1) 短期（5年以内）に実施可能な事業、2) 用地取得が不要もしくは小規模な事業、3) ルワンダ政府の開発方針に合致する事業、の3点である。

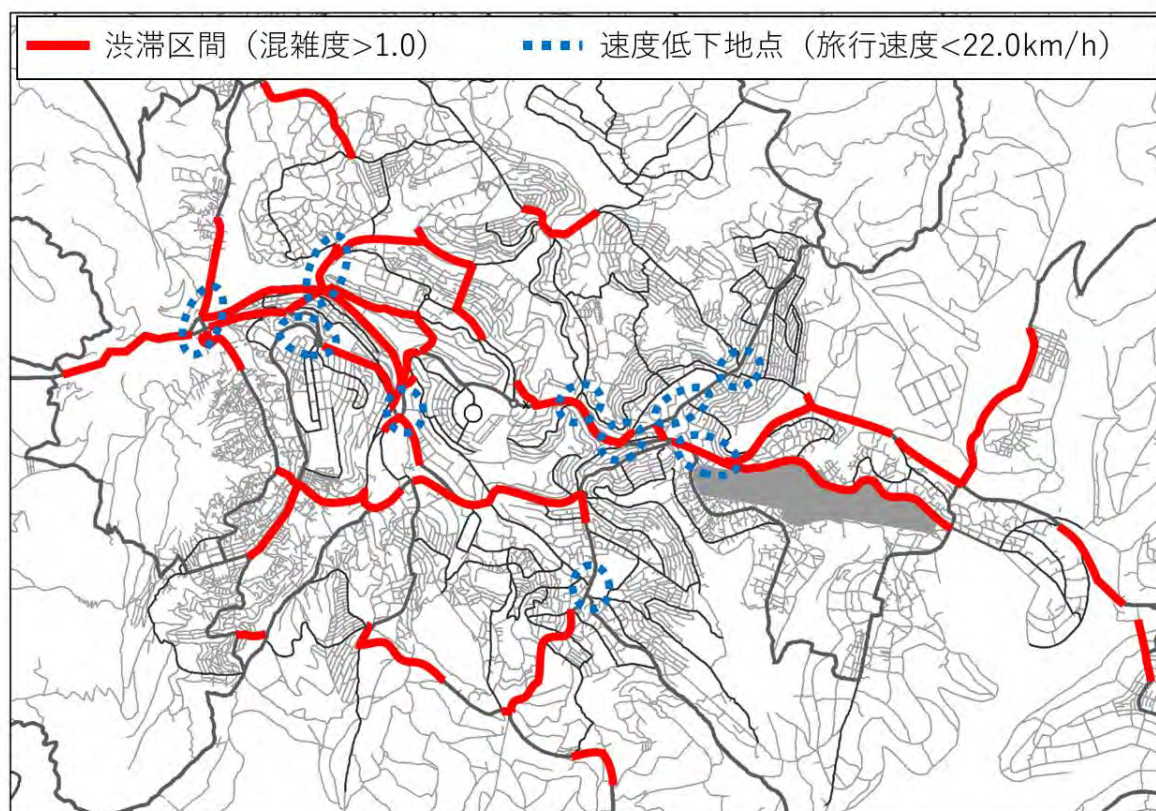
提案した短期インターベンション事業間の相関・相乗関係を整理したものが下図である。



出典：JICA 調査団

図 7.4.3: 短期 Intervention 事業間の相関・相乗関係

本調査にて実施した交通量調査及び交通需要予測の結果からは、現時点では深刻な渋滞箇所は少ないものの、下図に示すように交通量が交通容量を超過している路線が多く存在する。2040年に向けて将来交通需要は増加していく傾向にあり、これら路線を含む市内の交通ネットワークは更に渋滞が悪化することが予見される。また、表 7.2.1 に示したように都市交通分野にはソフトとハードの両面で課題がある。これらの改善が無ければ、今後、交通状況の悪化に拍車をかけることとなろう。一方でキガリ市は起伏が多く、丘の稜線に合わせた線形となっている道路が多い。必然的に整備可能な道路も限られる。環状道路や BRT が検討されているものの実現までに時間がかかることから、短期的には既存の道路をできるだけ有効利用する必要がある。これには ITS などの ICT を活用した交通需要管理が適する。ICT の活用はルワンダ国の政策方針とも一致しており、今後の更なる発展や適用が期待できる。これらを踏まえた SWOT 分析を表 7.4.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 7.4.4: 現況 (2018 年) 道路ネットワークにおける渋滞区間及び速度低下地点

表 7.4.7: 交通課題に対する SWOT 分析

強み	弱み
ルワンダは ICT 活用を奨励。ICT を最大限に活用して都市・交通の効率化を図ることで交通課題解決を促進できる。	キガリ市は丘陵地形であり、都市インフラ・交通整備において地形的な制約が生じる。交通課題解決の面でハード整備が困難となる。
機会	脅威
ICT は都市及び交通分野における課題解決に活用可能。またルワンダが掲げるスマートシティ化に向けた動きとも合致。	RN3 号線を中心に交通が集中 (日交通量が 5 ~ 6 万台)。主要路線や交差点では交通の集中により速度低下、渋滞が生じている。将来需要を踏まえると状況は悪化。

出典：JICA 調査団

将来的な交通需要増を踏まえると交通容量を増加するための道路整備は必須であるものの、上述のように短期的にはハード対策の実施が困難な場合が想定される。したがって、ソフト施策により市内道路ネットワークを最大限に利用していくことが重要となる。キガリ市においては、市内に信号交差点は 6 か所と少なく、特に混雑時には交通警察がマニュアル制御していることや、う回路や混雑路線等の交通関連情報を道路利用者が知る機会が無く、そのために渋滞に巻き込まれてしまうなど、非効率な道路利用状況となっている。また、道路を含めた都市インフラの維持管理も現状では非効率な管理となっており、ICT 活用による効率化は優先的に実施すべきである。

以上より、キガリ市の交通課題解決のための対応方針・手順を以下に示す。

- ・ 道路の効率的な利用の観点から、ハードとソフト施策のコンビネーションを活用
- ・ 地形的な制約を踏まえ、道路の有効利用の最大化を図るために ICT 活用を最優先施策として実施する。喫緊の交通課題である渋滞対策としては、主に情報提供や子閘処理の最適化を促進する ITS 施策を活用する。ITS は即効性もあるため、早期の効果発現を図る。
- ・ ハード整備は ITS と組み合わせた交差点改良を実施する。その際、土地収用が伴わないよう ROW 内での整備を行う。主には信号制御の呼応化を最大化するための軽微な交差点改良を実施する。
- ・ 将来の交通需要増にはハード整備を対策とする。主に主要路線 (RN3) のアンダーパス化による交通容量増と、代替路にもなりうる新たなアクセスルートを中長期に整備する (リングロードや HCUR など)。
- ・ ICT 活用は今後のスマートシティ化に向けても活用していくことを重視する。都市及び交通サービスを一括で運用管理するプラットフォームを初期段階で構築する。ITS を初期の機能としてプラットフォームに組み込み、その後はニーズに合ったシステムを計画的に導入していく。

まずは交通管理による交通最適化を優先事業として位置付ける。上述のとおりキガリ市には信号交差点が 6 か所と限られている。交通最適化の観点から信号制御システムの導入と併せて交差点改良及び信号敷設を行い、交差点の交通処理能力を向上及び交通の整流化を図ることが望ましい。これら ITS を活用した交通管理においては、ルワンダの奨励する ICT 技術の活用やスマートシティ構想と合致する施策 (図 7.4.6 参照) とすべきである。そこで、スマートシティコントロールセンター (以下、スマート C3) なる「都市を一元管理する施設」の整備を行うことを優先事業として提案する。この優先事業となる交通管理事業と公共交通及び道路ネットワーク整備事業が相互に補完し事業効果が最大化する。以下に優先事業についての詳細を示す。

(1) ICT を活用した交通管理計画

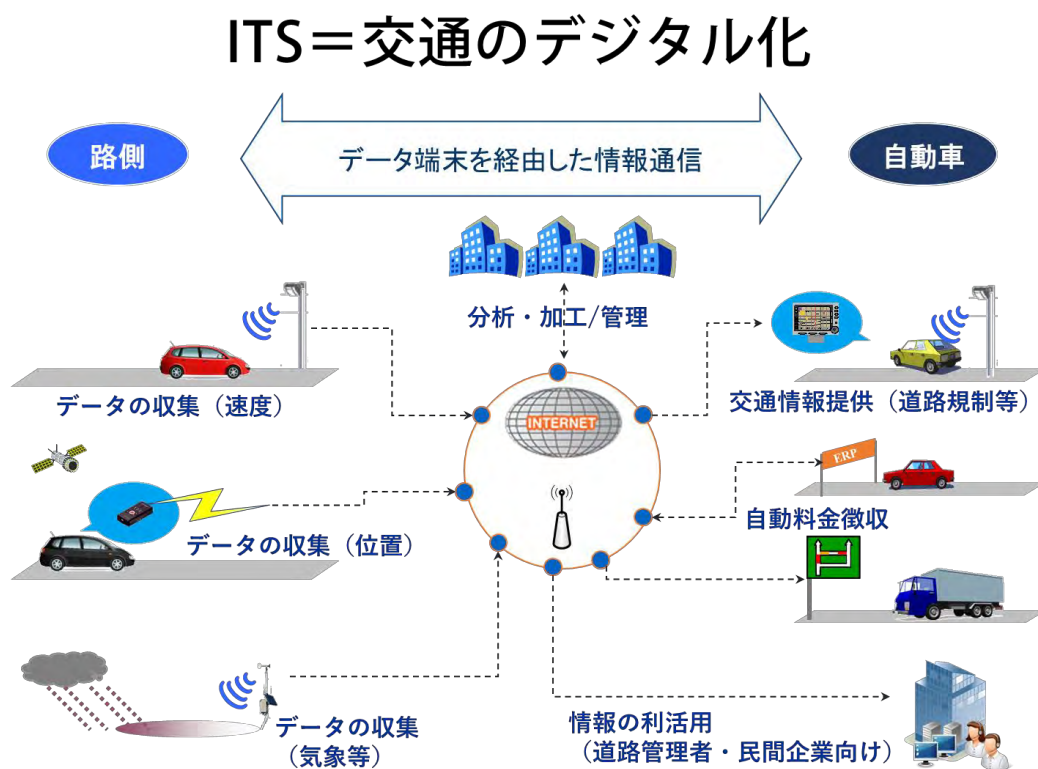
1) 信号制御システム及び交通情報提供による交通管理

上述の通り、本調査団は高度化信号の導入及び交差点改良を早期に実施することを提案する。信号の高度化においては、交通量に応じた信号制御システム及び信号機の導入、これに合わせた交差点改良により交通の最適化を図ることが目的となる。なお、キガリ市内にはラウンドアバウト交差点が複数あるが、RN3 号線等の主要幹線におけるラウンドアバウト交差点は平面交差点への改良が必要となる。ラウンドアバウト交差点は信号による流入制御がなされず、またロータリー内での走行速度が低下することから交通処理容量が平面交差点と比較して低く渋滞対策とはならない。この理由から日本においても日交通量 1 万台以下の箇所に適用することを基本としている (道路構造令の解説と運用、公益財団法人 日本道路協会)。キガリ市内の主要路線では現時点で日 1 万台以上の交通量を有しており、これらラウンドアバウト交差点は交通処理において適さない。将来の交通量増も考慮すると早い段階で平面交差点化が必要である。6 章に記載したように、シェランド交差点では 2025 年時点において交差点で深刻な渋滞を生じる結果を示している。

ICT を交通分野に活用した ITS (高度交通システム) においては信号制御をはじめ、収集・処理・分析した交通データを活用した情報提供等で利活用されており (図 7.4.3 参照)、ITS を用いた交通管理は世界的に活用されている。高度なものでは安全状況検知や自動運転等が挙げられる。ルワンダにおいては後述のとおり国家的に ICT 活用を奨励しているが、交通分野

においては現時点ではあまり活用されておらず、ITS の検討導入段階にあると言える。ITS 導入においてはその運用が重要であり、高度なシステムは経験や技術力も必要となる。これを踏まえると、まずは交通データの蓄積やその収集データの活用などの基礎的なシステムの導入を優先的に行い、経験等が蓄積されたのちに更なる展開を検討することが望ましい。キガリ市においては、渋滞対策を見据えた信号制御システムの導入及び交通データの収集・蓄積と交通情報の提供が優先的に導入すべきである。信号制御システムの導入は車両感知器やカメラ、センサーを敷設し交通量や車両速度を計測する。信号制御システムや併せて CCTV 監視システムを導入することにより交通量や渋滞路線の把握等、交通関連データの蓄積を行うことができ、将来のキガリ市の都市・交通計画策定に役立てることが可能となる。また、これら収集・蓄積した交通データを活用し、道路利用者や道路管理者に交通関連情報として提供・共有することも併せて実施すべき施策である。

なお、ITS における本邦技術は幅広く活用・展開されている。日本の信号制御においては MODERATO なる日本独自のシステムが開発・導入されており、また道路交通情報は各都道府県警や高速道路会社が保有する交通管制センターで収集・提供されている。日本国内における ITS 分野の技術開発においては自動運転等の最先端技術が開発されている最中であるが、JICA の無償支援において、ウガンダ、カンボジア、インド、バングラデシュにおいて信号制御システムや交通情報収集・提供システムの導入に係る無償支援が実施されており、日本以外の国でも問題なく導入可能である。運用維持管理面において、保守等における機材入手手段の確保が重要となるが、企業によっては現地企業と協働するなど、海外展開を意識した動きを見せている。上記に提案する ITS は本邦技術の活用が十分可能である。



出典:調査団

図 7.4.5: ITS の概要図

2) ルワンダが奨励する ICT の活用

ルワンダでは①「Smart Rwanda Master Plan 2015-2020」、②「Smart Sustainable Cities: A Blueprint for Africa, 2017」、③「Smart City Rwanda Master Plan, 2017」を策定し、ICT の活用等、スマートシティに向けた取り組みを進めており、道路交通インフラの整備においても言及がされている。上記計画に示されている道路交通関連の取り組みを次項表に示す。

① Smart Rwanda Master Plan 2015-2020

2020年までに実施する13の事業リストを示しており、その中に以下の3つの交通関連施策が挙げられている(右図の赤枠)。
 ✓ リアルタイム交通情報収集システム
 ✓ 公共交通情報システム
 ✓ 道路課金システム(料金収受システム)

Project List	Description	Beneficiary	Responsible Department	
1	Citizen Petition Analysis System	Automatic analysis system for public petition aggregated through citizen participation portal	IG20	Ministry of Local Government
2	e-Parliamentary System	Support the operation of Parliamentary from initiating bills, overseeing and sharing information with citizens. Include parliamentary document management system, legislation enactment support system, parliamentary portal	IG20	RDB
3	e-Court Auction	Computerized management system for court auction. One-stop portal for citizen to open auction items and to participate in bidding backed up by settlement and payment system	IG20C	Ministry of Justice
4	Real Time Traffic Information System	Integrated Traffic Information System. Data collected from diverse sources, and the processed information provided to many sources of demand in real-time basis	IG20C	Ministry of Infrastructure
5	e-Patent	Computerized registry and management system for intellectual property and electronic trial for patent infringement and dispute	IG20C	Ministry of Justice
6	Smart Mobile Administration	Mobile devices with applications to enable public officials to work from outside home office	IG20	RDB/MICT
7	U-Library	Building an integrated DB and management system of university libraries with education materials (books, journals, magazines, course materials, etc.) to be shared within the member network	IG20C	Ministry of Education
8	Public Transportation Information System	Integrated Information System on Public Transportations. Provide the general public with arrival & departure time of bus transit at each bus stop	IG20C	Ministry of Infrastructure
9	Road Taxation System (Toll Collection System)	Toll Collection System for Road Maintenance Financing. Both magnetic/convexional (TCS) and Electronic Toll Collection System(ETCS) can be considered and implemented	IG20	Ministry of Infrastructure

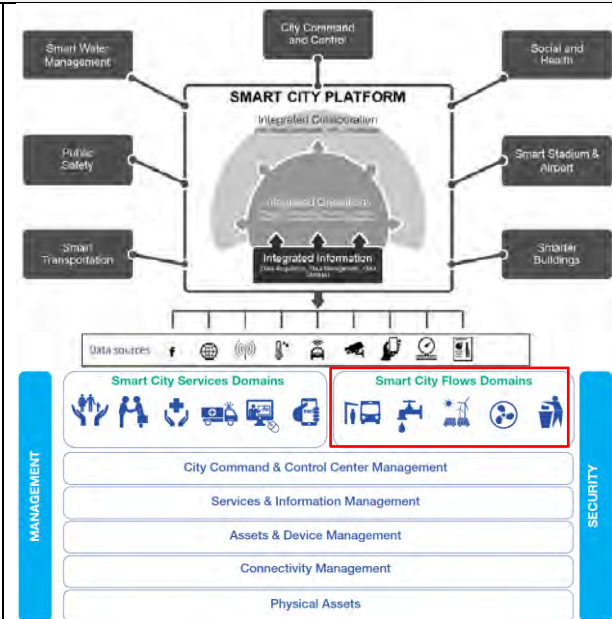
② Smart Sustainable Cities: A Blueprint for Africa, 2017

アフリカ諸国向けにスマートシティに向けた活動の基本概念を示しており、これと同時に③ Smart City Rwanda Master Plan, 2017も策定されている。

“Smart City Service”と“Smart City Flows”の二つの領域からスマートシティを構築していくことを提案している。交通分野は水や環境分野と共に“Smart City Flows”の領域に含まれる。」

についての具体的な施策としては以下の3つが記載されている。

- ・ 工業分野の成長を促進する交通分野へのICTの活用
- ・ 交通システムの改善(物流効率化、費用削減等)
- ・ 公共交通システムの改善



③ Smart City Rwanda Master Plan, 2017

スマートシティ実現に向けた3つの柱と27の戦略を掲げている。交通分野に関連する記載があるのは以下のとおり。

- ・ 交通情報(交通関連データの蓄積、バスルート・到着時間等)の収集・提供、アプリ開発 (INITIATIVE 13)
- ・ 気象系センサーの活用(浸水状況等の情報収集・提供、計画立案への活用 など) (INITIATIVE 16)
- ・ TODの実施 (INITIATIVE 18)

PILLARS	BUILDING BLOCKS	INITIATIVES
1 Smart governance and planning	A Data-led urban planning and management	1 Integrated, GIS-based urban management platforms
		2 Cross-ministry financial and project management platform
		3 Multi-stakeholder safer cities programme
	B Smart policies and regulations	4 Dynamic data-supported urban master planning
		5 Enabling environments for urban technology testing
		6 Data strategies including open data, privacy and cybersecurity
	C Public engagement and open data	7 Accessible internet zones in strategic and residential areas
		8 Digital citizen engagement tools accessible to all
		9 Urban data accessible to all
2 Smart and efficient services and utilities	D Shared local infrastructure	10 Digitally monitor and manage utility networks
		11 Explore smart macro grids based on the prosumer model
	E Efficient, demand based services	12 Regulatory frameworks for virtual power plants and other demand-based management solutions
		13 Smart data-led "door-to-door" mobility solutions
		14 Digital service points for rural settlements
	F Sustainable and resilient resource management	15 Smart urban agriculture projects
		16 Sensor-based environmental data
		17 Green and smart building labs
		18 Smart, sustainable and shared neighbourhood pilot projects
3 Localized innovation for social and economic development	G Education, innovation and digital literacy	19 Innovation in education, from primary school to higher education
		20 ICT skills training in education, for local authorities and the general public
	H Localized and challenge-based financial opportunities	21 National fund to encourage challenge-based innovation
		22 Innovation teams in ministries and local authorities
		23 Promote local digital business platforms
I Digital transformation of financial services	24 Create collaborative community co-working and digital excellence centers	
	25 Establish collaborative urban innovation acceleration labs with academy, community and industry	
		26 Introduce personalized e-finance platforms for all life-time services
		27 Electronic due-diligence and business loan systems for SMEs

出典: Smart Rwanda Master Plan 2015-2020、Smart Sustainable Cities: A Blueprint for Africa, 2017、Smart City Rwanda Master Plan, 2017

図 7.4.6: ICT活用、スマートシティ実現に向けた計画の概要

これらの資料には交通信号や交通管制に係る言及はないものの、ICT を強化している当該国において、ITS を活用した施策は注目されると考えられる。またその他の都市インフラ分野においても ICT の活用が進められることで、都市の総合的な管理が可能となることが考えられる。また、国家運輸マスタープラン等の交通関連計画においても ITS や ICT の活用等による交通管理施策が言及されており、国の施策とも合致する。

(2) スマートシティコントロールセンターの整備

キガリ市の将来のスマートシティ化を見据えたスマート C3 の整備を行う。なお、スマート C3 の整備においては将来の拡張を考慮して拡張性を有したセンターシステムとすべきである。第一弾の整備として、信号制御システムの導入と交差点改良及び交通管制センターの整備を行うことを提案する。具体的なシステムについては準備調査等での検討事項になるが、まずはバス優先信号システムを含めた信号制御システム、情報収集提供システムを初期段階で導入し、交通最適化を図るとともに交通情報の蓄積を行う。加えて、交通関係以外の都市管理システム、例えば廃棄物収集管理システムや灌漑システム等の導入も行う。最終的にはスマート C3 が都市インフラを一元管理するものを想定する。なお、スマート C3 の交通管制においては、信号制御システムや交通情報提供などを含む交通全般向けのシステム、バスロケーションシステム等の公共交通向けのシステム、路面状況監視システムなどの道路維持管理システムで構成され、これらシステム及び収集データを活用し、交通管理や取り締まり等を行う。また交通情報等については道路管理者及び道路利用者に必要なデータを選別・共有する。以下に優先整備事業の実施概要（案）を示す。

1) 事業の目的

今後のルワンダ及びキガリ市の持続的な都市インフラ管理のための中央コントロール施設を整備することにより、都市・交通インフラの維持管理効率化を図ることを目的とする。スマート C3 の持続的な運用を見据え、運用・維持管理に係る人的・技術的資源を育成しながら段階に応じた拡張を行う。そのため、導入初期段階で拡張性を持たせたプラットフォームを構築する。

2) 対象地域

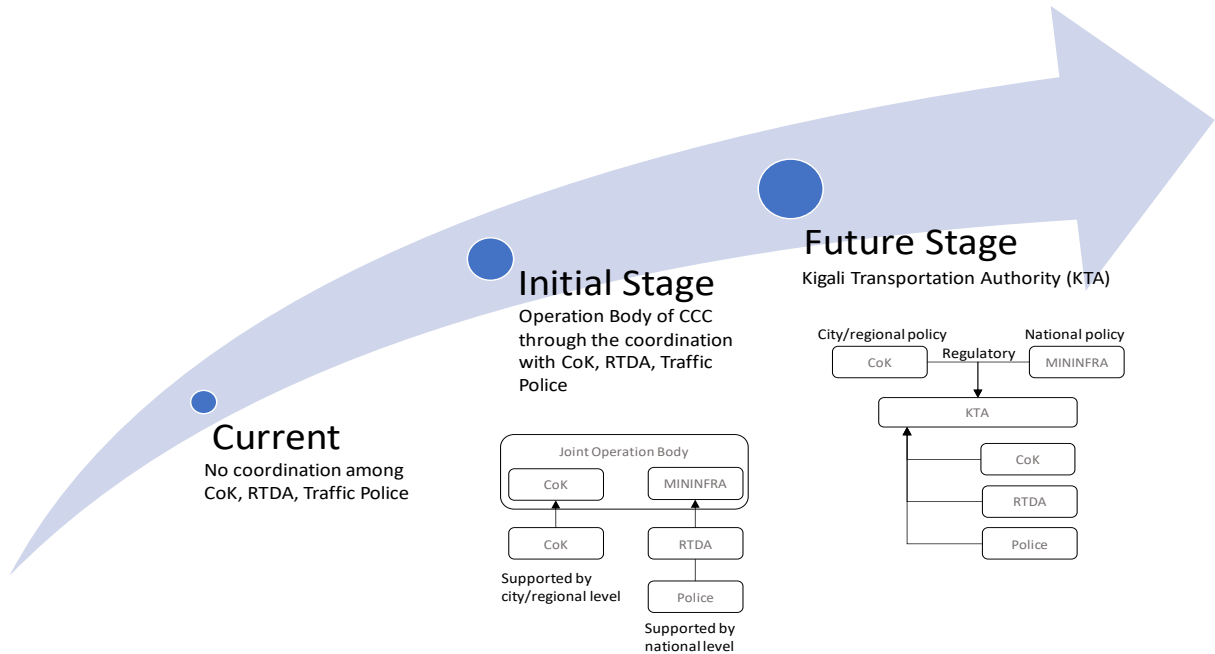
- ・ キガリ市内

3) 実施体制

本システムの実施主体として、将来的には既存のキガリ市交通 MP に示されているキガリ交通庁（Kigali Transport Authority: KTA）による運営・管理が望まれるが、現状組織設置にかかる制度が整備されていない中、短期的には KTA の母体となる都市交通専任組織を立ち上げ、ここに関係機関から人員を派遣し、スマート C3 の運営・管理を行うことを提案する。KTA への発展イメージを図 7.4.7 に提案する。

既存信号を職掌しているのはキガリ市である。よって、本システムの実施主体としてキガリ市の参画は必要不可欠である。また RTDA が組織内に交通管理ユニットを持っており、交通マネジメントの観点から RTDA の果たすべき役割も大きい。この他、交通管理の実施は、信号管理者のみならず、政府系の道路管理者や交通警察との連携が必須である。また監督機関および調整役として MININFRA を加えた組成とすることで、それぞれの機関の連携を強め円滑な運営・管理を目指す。

以下に示す実施体制は MININFRA をはじめとする関係機関との協議のもと素案されたものである。

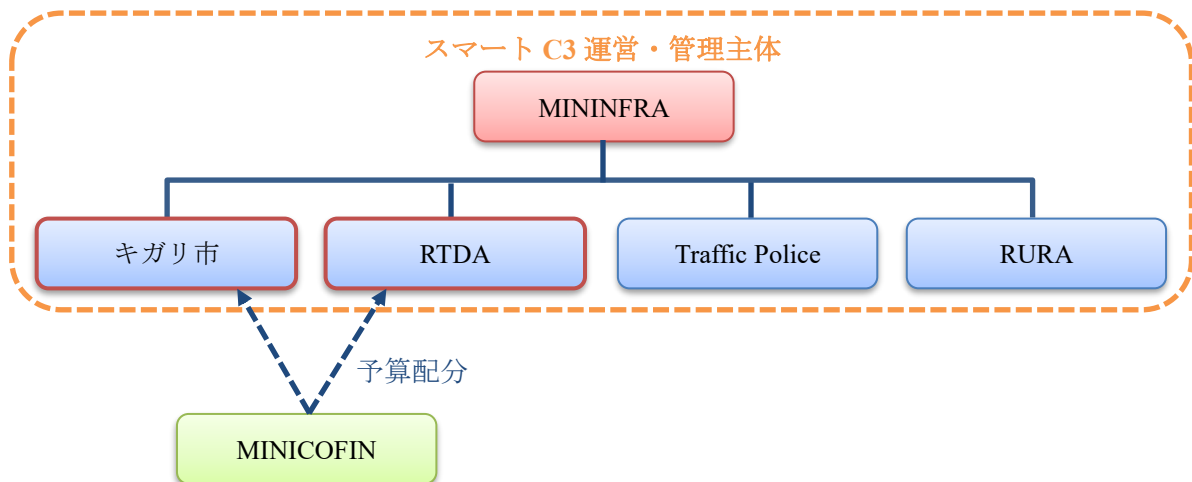


出典:JICA 調査団

図 7.4.7: スマート CCC の実施体制案 (段階的發展イメージ)

(i) CCC 実施体制の提案

以下に示す実施体制は MININFRA をはじめとする関係機関との協議のもと素案されたものである。実施体制については、本事業の詳細調査段階（例：JICA 協力準備調査）で議論、確定されるものであり情報収集確認調査で固定するものではないと考える。本調査では学識者からの助言として、花岡伸也教授（東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系）の支援を得てきた。MININFRA 提案にあるように、市庁よりも中央省庁（MININFRA）が主導で実施する方が現実的であろうとのコメントを受けていることを申し添える。



出典:JICA 調査団

図 7.4.8: スマート CCC の実施体制案 (MININFRA 案)

(ii) 関係機関の役割

本運営・管理主体に参画する各機関の役割は以下に示すとおり。

表 7.4.8: スマート C3 における関係機関の役割

関係機関	担当部署	C3 管理・運営機関における役割
MININFRA	交通部	● 管理・監督
キガリ市	交通部	● 交通管理 ● 交通計画
RTDA	交通管理ユニット	● 交通管理 ● 交通計画
交通警察	-	● 法および制度の執行 ● 交通安全および治安対策
RURA	交通部および ICT 部	● バスマネジメント

出典:JICA 調査団

なおこのスマート C3 運営・管理主体に対し、継続的な必要な技術移転および能力向上が求められる（『5) 留意事項』参照）。

なおスマート C3 運営・管理主体への予算配分は基幹事業である交通管理を担うキガリ市もしくは RTDA に対して行われることを想定している。

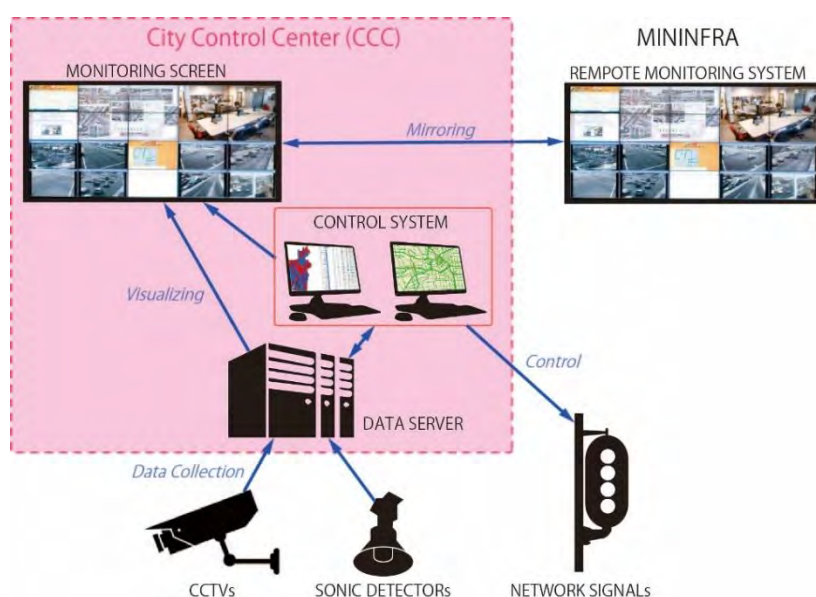
4) 実施項目

- ・ スマート C3 の整備：ICT 技術を活用した都市施設管理を行うセンターの整備
 - ・ 第一弾で導入するシステムとしては、喫緊の課題である渋滞解消について即効性が期待できる ITS を中心に導入する。具体的には以下の通り。
 - 交通管制センターの整備（信号制御システム、公共車両優先システム、路面状況監視システム等の導入、情報提供システム等を含む）
 - データサーバの導入（交通関係データの蓄積及び分析用）
 - 道路維持管理システムの整備（走行車両重量計測、RAMS の活用（3 章 3.1.8 参照：舗装管理システム、道路維持管理システムとの連携））
 - 都市インフラ施設管理システム（灌漑システム、廃棄物収集管理システム、防災システムなど。具体メニューは関係機関との協議に基づき、詳細調査の段階で選定）
 - ・ 高度化信号の導入及び簡易に実施可能な交差点改良の実施
- スマート C3 事業に対する学識者（東工大花岡教授）からの助言を以下に総括する。

- ✓ 交通管制機能にスマートシティ機能を付加し拡張余地も残す提案は有効である。ICT 立国であるルワンダがアフリカのスマートシティを牽引する良例となろう。
- ✓ スマート C3 には、公共交通系システムは有効であり実現も容易である。キガリ市の既存バスシステムは車両管理 GPS やカード料金収受システム等が備わっているものの、有効活用されていない。スマート C3 による有効活用が期待できる。
- ✓ 緑化灌漑や過積載モニタリング、ゴミ収集効率化は、初期段階から比較的容易に導入できそうなシステムである。

5) 留意事項

- ・ 交通管制センターはキガリ市役所内に整備可能であることを関係機関との協議で確認しているが、MININFRA やルワンダ運輸開発庁 (RTDA)、交通警察との協働が必須である。
- ・ 交差点改良は、BRT 事業 (FS 実施中) や DBL 事業 (MININFRA は「バス優先走行 (路面標示他)」としてスマート C3 への組み込みを期待) の状況を踏まえ実施する必要がある。
- ・ 優先事業の実施においては、ルワンダ側が独自にシステムを適切に運用できることが必須である。そのため関係機関のトレーニングも同時に必要となる。スマート C3 の整備に合わせて、今後ルワンダ側が独自に運用維持管理できるよう能力向上を図る。これにはスマート C3 を運用、維持管理する組織の組成も含む。初期段階は既存の関係省庁が連携し運用する。能力強化を行いつつ、将来的には KTA が管理組織としてスマート C3 を独自管理する。
- ・ スマート C3 の初期段階は、交通管理系システムが中核となる。加えて、交通管理系システムとの親和性が高く、速やかに連携可能なシステム (廃棄物収集業務への交通情報提供) や単体で合理化が可能なもの (沿道の自動灌水)、顕在化している課題への対処 (過積載管理) は、初期段階からの導入が考えられる。また、維持運営は道路管理者主体で対応可能である。
- ・ なお、ITS はスマート C3 のプラットフォームを構成する要素の一部であり、ニーズ等を踏まえ、今後の都市管理に必要な機能がスマート C3 に追加されることを想定している。将来的にはスマート C3 がキガリ市のスマートシティの核機能を果たし、関連するシステムやサービス等を運用・管理する。
- ・ MININFRA との協議において、MININFRA のオフィスから交通状況のモニタリングスクリーンにアクセスできるようなシステムを導入したい旨の要望があった。監督官庁によるモニタリングは必要と判断する。このため、交通管理センターのモニタリングスクリーンの映像を MININFRA オフィスへ飛ばし、遠隔にて確認できるよう以下に示すシステムを導入する。MININFRA オフィスからは交通状況の映像がリアルタイムで確認できるが、信号制御などの交通管理機能へは直接アクセスできない仕様とする。



出典: JICA 調査団

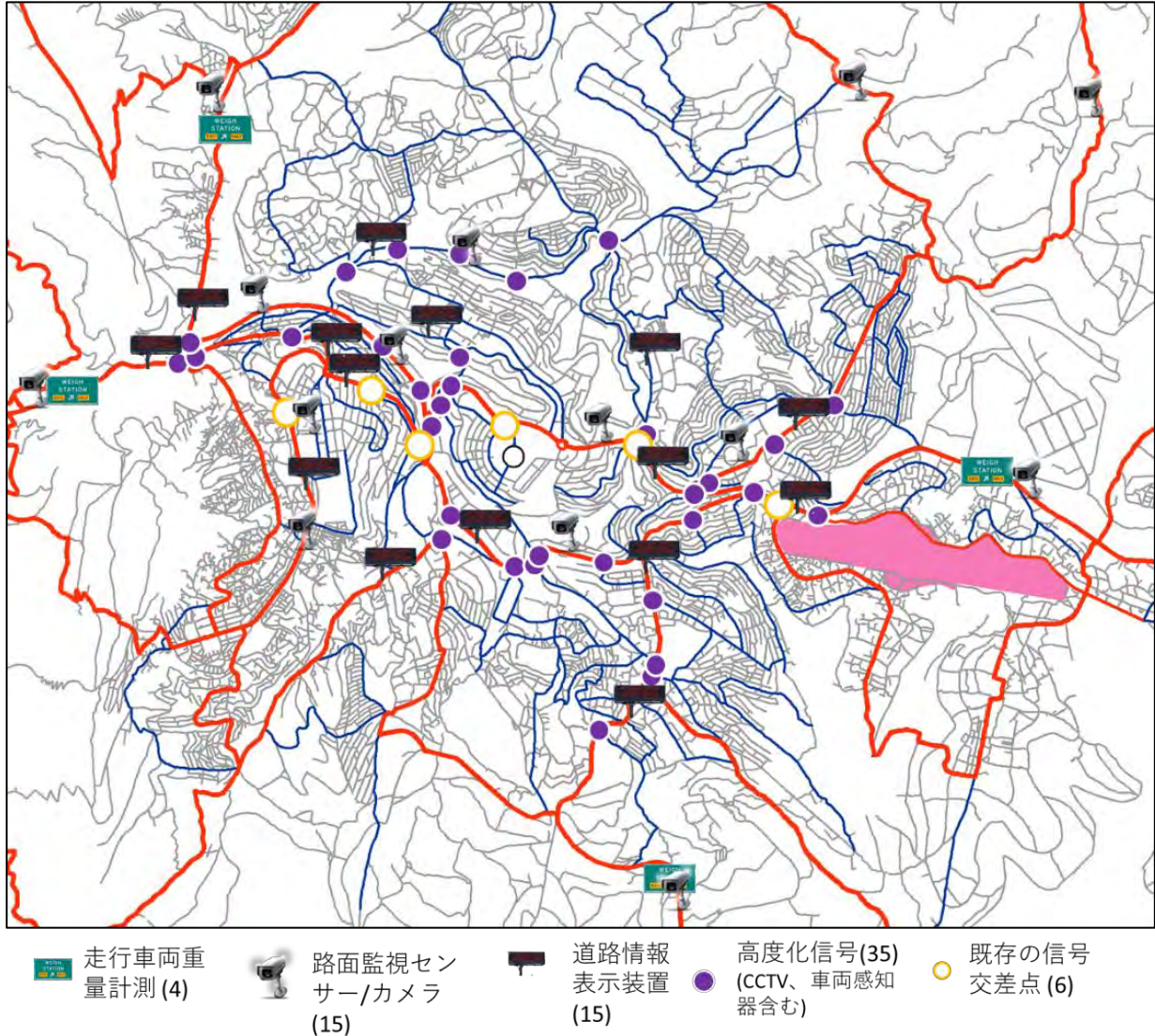
図 7.4.9: MININFRA からのリモートモニタリングシステム



出典:JICA 調査団

図 7.4.10: スマート CCC のイメージ

スマート C3 整備と併せて、市内交差点や道路に信号、CCTV、VMS 及び WIM が設置される。短期における信号、CCTV、VMS 等についての配置計画（案）は下図に示すとおりである。各機器の配置箇所については、本調査において実施した交通需要予測結果を踏まえ、主要渋滞路線や主要道路の接続地点等を候補箇所として選定した。選定の考え方を表 7.4.9 に示す。中長期は交通状況や他の道路整備、公共交通整備状況を踏まえて、必要とされる箇所を選定すべきである。



※カッコ内は箇所数
出典:JICA 調査団

図 7.4.11: 短期における ITS 機器の配置計画（案）

表 7.4.9: 機器の配置計画に係る考え方

機器	配置計画の考え方
信号	現況・将来の交通状況（SI1 の交通状況図参照）を基に、市内の渋滞路線の主要交差点や公共交通路線上に配置。信号の面的制御※の観点から主要信号交差点周辺にも信号を設置し、信号交差点の連携による交通処理効果の最大化を図る。主要交差点では信号制御の効果を最大化するために付加車線付与等の簡易な交差点改良を実施する。

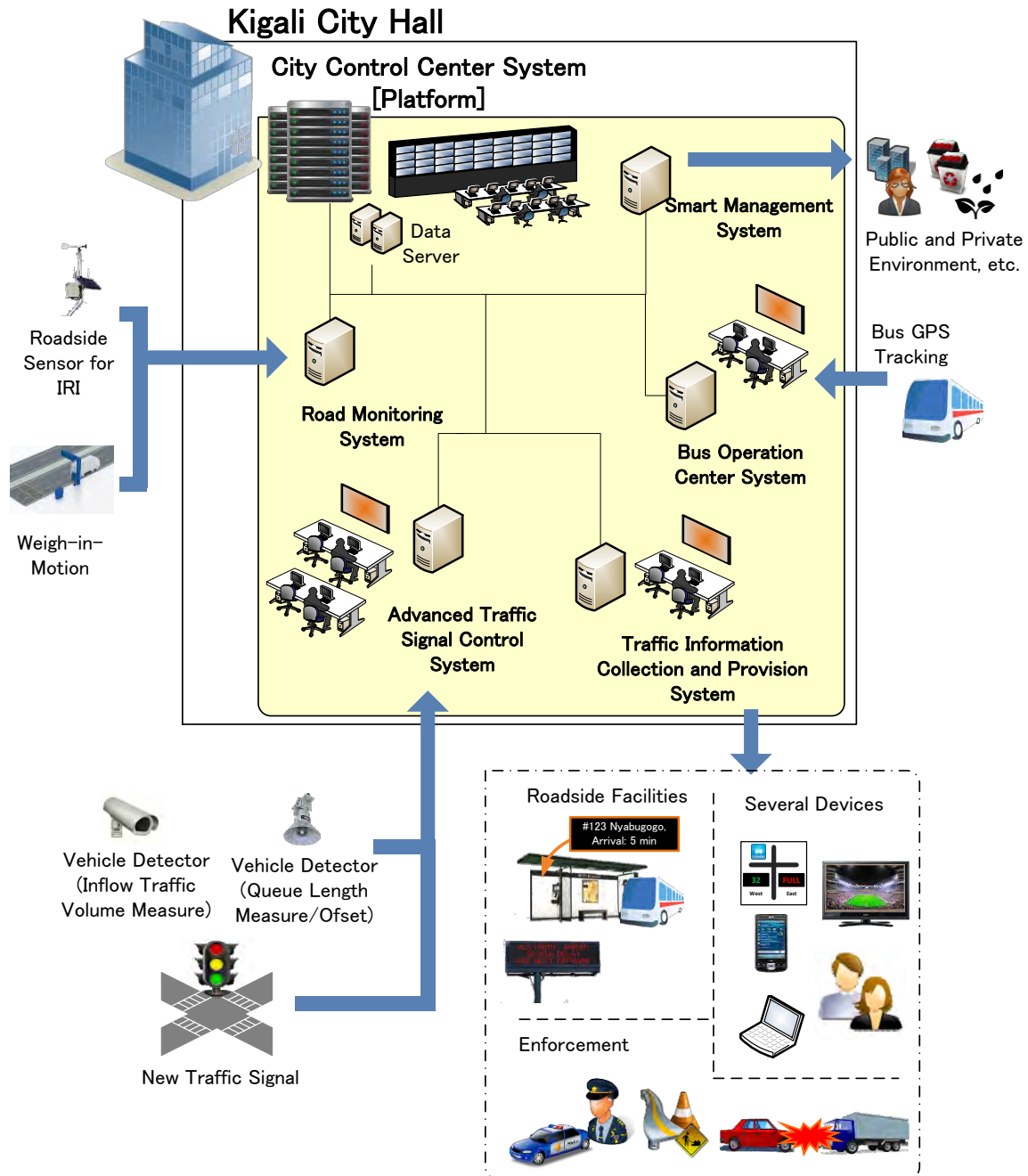
	<p>面的制御：(地点での制御ではなく)一定の路線やエリアの交通量を基に信号サイクルを調整することで付近一帯の交通処理を最適化(効果最大化)を図る。これにより、交差点内での交通処理量の最大化や信号交差点に流入する交通量を調整し、効率的な交通処理が可能となる。</p> <p>※面的制御：(地点での制御ではなく)一定の路線やエリアの交通量を基に信号サイクルを調整することで付近一帯の交通処理を最適化(効果最大化)を図る。これにより、交差点内での交通処理量の最大化や信号交差点に流入する交通量を調整し、効率的な交通処理が可能となる。</p>
CCTV/Sensor	<p>市境周辺の主要道路、交通需要の多い路線に配置し、渋滞・事故状況等をモニタリングする。また、センサーやアプリ等を活用して舗装の劣化状況(IRI)を観測する。</p>
VMS	<p>市に接続する主要な道路、渋滞路線/信号交差点手前・付近、キガリ市中心部、バスルート上に配置する。</p> <p>市に流入する道路利用者に対する交通状況の事前提供、市内を通行する車両等への交通情報・う回路情報の提供、市民が集まる地域に対する道路利用者への情報提供を目的として配置する。</p>
WIM	<p>市境周辺の主要道路4か所に配置し市内に流入する車両の重量を効率的に把握する。これにより、過積載規制による舗装損傷の軽減や過積載車両への罰則化を図る。</p>

出典:JICA 調査団

(3) システム検討 (和文のみに記載)

1) 導入システム及び全体構成

以下に、優先事業にて導入を想定するシステムの概要を示す。また、全体システム構成図を下図に示す。シティコントロールセンターシステムが中央のシステムとして位置し、信号システム等の要素システムが中央システムに付随・連携する。なお、全体システム構成については、協力準備調査にて詳細調査及び検討を踏まえ更新されるものである。



出典:JICA 調査団

図 7.4.12: 全体システム構成図 (案)

表 7.4.10: 優先事業にて導入するシステム (案)

システム	目的	数量
シティコントロールセンターシステム	各システムからのデータ収集・処理・監視・管理・蓄積・提供を行う。	1 式
信号システム	交通量に応じて系統制御し、交通の整流化を図る。また、公共交通優先信号の処理を行う。	41 交差点
バスオペレーションセンターシステム	バスの位置情報の収集、発着情報の提供等の運行管理を行う。(注 1)	1 式
路面状況監視システム	路側センサーや WIM からの情報を収集・処理する。	1 式 WIM : 4 箇所 センサー : 15 箇所
交通情報提供システム	各システムで収集した交通関連データを処理し、道路利用者等に提供する。	1 式 VMS : 15 箇所
スマートマネジメントシステム	IoT 等を用いて収集した都市インフラ施設の状況を収集・分析・管理する。(注 2)	1 式

注 1: RURA がバスオペレーションセンター施設を建設中であるため、協力準備調査時にシステム構成や互換性の有無等を把握し、優先事業に組み入れるか再検討を行う必要がある。

注 2: 導入する具体のシステムについては関係機関と協議の上で組み込むことを想定。

出典:JICA 調査団

(i) シティコントロールセンターシステム

シティコントロールセンターシステムは、キガリ市全域における都市・交通サービスの運用・管理、サービス受給者に対する有益な情報の提供や、将来的な道路交通計画への活用を視野に入れた日々の都市・交通情報の蓄積を目的として整備される。本システムがスマート C3 の核となるシステムであり、以下より記載する「信号システム」、「バスオペレーションシステム」、「路面状況監視システム」、「交通情報提供システム」、「スマートマネジメントシステム」の動作を管理・監視する機能を有する。各システムからのデータ収集・処理・監視・管理・蓄積・提供を行うことを目的とする。

(ii) 信号システム

信号システムは、実際の交通需要に応じた適切な信号制御を行うことを目的とする。具体のシステムは本邦技術である MODERATO の導入を想定する。交通量と渋滞長の両方のデータを収集・処理し、この結果を踏まえて信号制御パラメータを調整することでリアルタイム交通制御を行う。上述のとおり、対象交差点は既存信号交差点 6 箇所と新規に導入する 35 箇所の計 41 箇所に系統制御信号を設置し、併せて交通量感知器(画像式、超音波式)を設置する。また、公共交通の接近に合わせて青時間を増加させるなどの機能を持つ公共交通優先システム(PTPS: Public Transport Priority System)を付加し、公共交通の定時性・利便性の向上を図る。なお上述のように、信号設置個所は渋滞交差点とその周辺交差点及びバス運行ルート上の交差点を対象とする。が適切な信号制御の効果を発現するために、交差点改良を併せて行う。基本的に ROW 内での軽微な改良を行う。主に、通行車線の塗りなおし、進行方向矢印の標示、横断歩道・停止線の塗りなおし、右折専用車線の付与、交差点面積の縮小等を行う。ただし、ラウンドアバウト交差点は平面交差に改良する。これら交差点改良案については、協力準備調査にて現地測量を行い、結果を踏まえた上で実施可能な改良施策を検討する必要がある。

(iii) バスオペレーションセンターシステム

バスオペレーションセンターシステムは、キガリ市内を運行するバスの位置情報を GPS より収集・管理するサブシステム、位置情報を基にした各バス停やターミナルまでの発着情報の提供等を行うサブシステムで構成される。発着情報はバス停やバスターミナル等に据え付けられる情報板もしくはスマートフォンアプリを通して情報提供を行う。これによりユーザーサービスの向上を図る。信号システムによる公共交通優先システムと併せて活用することで相乗効果の獲得を図る。

(iv) 路面状況監視システム

路面状況監視システムは、各種センサーやアプリケーション活用による道路・地盤状況の把握や、WIM による車両の重量の計測により路面が損傷を受けているかどうかを計測・把握することを目的とする。センサーは市内に 15 箇所、WIM は主要路線の市境近傍 4 箇所に配置することを想定するが、具体の候補箇所は関係機関との協議が必要である。

(v) 交通情報提供システム

交通情報提供システムは、交通量計測機や CCTV 等から観測する交通状況を道路利用者に提供することを目的とする。シティコントロールセンターシステムで処理した交通データから交通混雑状況や混雑路線を分析し、可変情報板 (VMS : Variable Message Sign)、または PC やスマートフォン等の各種デバイス向けに情報提供を行う。これによりしない道路ネットワークの有効活用を促し、交通の最適化を図る。

(vi) スマートマネジメントシステム

スマートマネジメントシステムは、IoT 等を用いて収集した都市インフラ施設の状況を収集・分析・管理し、都市インフラ施設の運用効率化を目的とする。例えば、ごみ箱にセンサーを付けることで、ごみ箱の満タン状態を把握し、満タン状態になった際に収集しに行くなど、都市インフラやサービスに係る費用の最小化を図る。ただし、導入する具体のシステムは関係機関との協議が必要である。

2) 概算費用

優先事業の概算費用は下表のとおりである。事業全体の概算費用は約 29 億円であり、これにはシステム及び機器の費用を含んだものである。車両観測機や路側機器、センターに付加する機器（コンソールやコンバータ、モニタなど）の数量に応じて変更が生じる。また、一部のシステムは現地機関が導入する可能性もあることから、協力準備調査にて行う詳細検討を踏まえ更新が必要である。


表 7.4.11: 優先事業の概算費用（案）

項目	費用		
	USD (単位：千)	RWF (単位：百万)	JPY (単位：百万)
シティコントロールセンターシステム・機器	3,960	3,435	448
信号システム・機器	9,840	8,533	1,112
バスオペレーションセンターシステム・機器	3,070	2,664	347
路面状況監視システム・機器及び WIM に係る機器	1,035	898	117
交通情報提供システム・機器	4,620	4,010	523
対象交差点の交差点改良	1,770	1,535	200
スマートマネジメントシステム（関係省庁と要協議）	1,100	957	125
合計	25,395	22,032	2,872

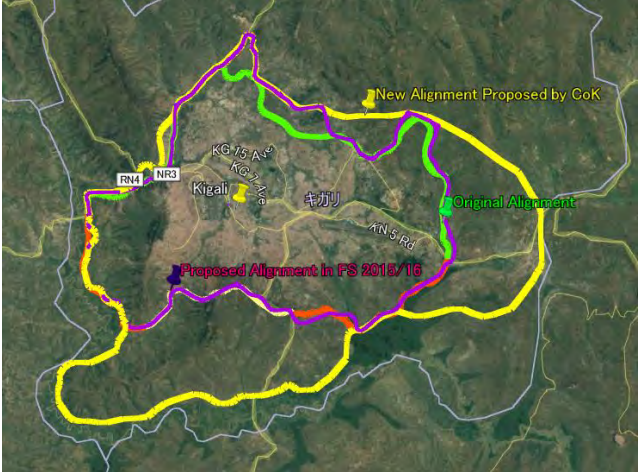
出典: JICA 調査団

次項より、進行中の主要事業ならびに JICA 調査団によるインターベンション事業の事業プロフィールを示す。


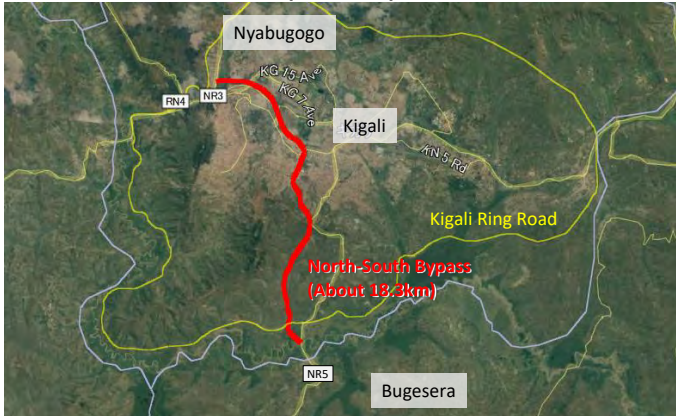
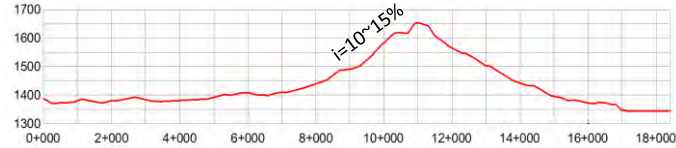
Project Profile (Status: On-going)

Sector	Public Transport		
Category	Public Transport		
Reference No.	KP-01		
Project Title	Bus Rapid Transit (BRT)		
Executing Agency	City of Kigali (CoK), Bus Operation Company		
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA), Rwanda Utility and Regulatory Authority (RURA)		
Outline of the Project			
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.		
<p>1. The supply of bus fleet during peak hours is not sufficient to meet the demand for passengers.</p> <p>2. A sustainable urban development is therefore necessary as the demand is projected to increase based on the rapid population growth that is expected in the future.</p> <p>3. Under such conditions, BRT system is planned as a solution to attain the sustainable development of Kigali City. There are five main objectives of the BRT planning: (1) improvement of access to public transportation, (2) short travel time, (3) control of air pollution, (4) improvement of amenity and safety, (5) collection of the population.</p>	<p style="text-align: center;">(Planning BRT Route)</p>  <p>Source: Feasibility Study and Preliminary Design for a Bus Rapid Transit System for the City of Kigali (Second Interim Report)</p>		
Rationale	Project Plan (Outline)		
- BRT for Kigali is a solution for sustainable mobility workshop	<ul style="list-style-type: none"> - BRT system - Road structure of BRT route - Fare collection system of BRT 		
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule	
- Pavement	80.9	Calendar Year	Start
- Stations	59.7	1. Feasibility Study	2017
- Terminals	115.7	2. Stepwise Development	2020
- Depots	130.6		2050
- Demolition	18.0		
- Containment	107.9		
- Earthwork	5.4		
- Special Structures	62.4		
Total Estimated Cost	580.5		
Expected Output/Result	Action Plan		
- Improvement capacity of public transport			
- Improvement of traffic congestion			
Necessity of Technical Assistance			
Remarks			
- Workshop was conducted by the city of Kigali (consultants: LOGIT and SPEA) in February 2017 and May 2018.			

Project Profile (Status: On-going)

Sector	Road (+ other sector/section(s))		
Category	Highway Construction		
Reference No.	KP-02		
Project Title	Kigali-Ring Road		
Executing Agency	City of Kigali (CoK)/Rwanda Transport Development Agency (RTDA)		
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)		
Outline of the Project			
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mitigation of traffic congestion in the city of Kigali and smoother logistic flow as a bypass road for the city. 2. RTDA carried out the feasibility study (FS) in 2015/2016. 3. CoK modified the alignment to pass through outside of the SEZ. 4. Mota-Engil is updating the FS in 2018. 	<p>(Location)</p>  <p style="font-size: small;">Source: JICA Survey Team</p>		
Rationale	Project Plan (Outline)		
<ul style="list-style-type: none"> - Priority Action Project in the National Strategies for Transformation (NST) 1 and Kigali City Development Strategy 2018-2024. - The economic internal rate of return (EIRR) is greater than the opportunity cost according to the detailed engineering design report (EIRR 22.2% > Discount factor 12%). 	<ul style="list-style-type: none"> - Total length of the road is approximately 80 km. - Proposed lane width is 3.75 m (four lanes). 		
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule	
-	-	Calendar Year	Start End
		1. Updated FS	2018 2018
		2. Detailed Design	2019 2020
		3. Tendering	2020 2021
		4. Execution	2022 2024
Total Estimated Cost	-		
Expected Output/Result	Action Plan		
- Mitigation of traffic congestion in city of Kigali and smoother logistic flow as a bypass road for the city.	-		
Necessity of Technical Assistance			
-			
Remarks			
- Mota-Engil is interested in funding.			


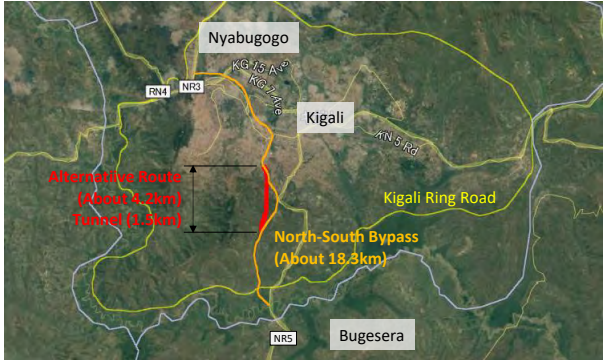
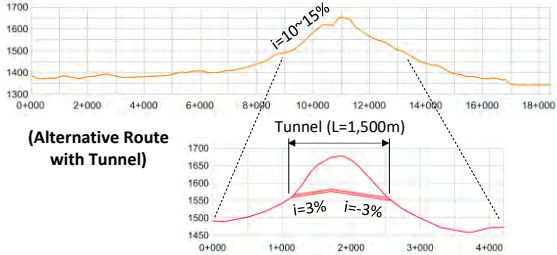
Project Profile (Status: On-going)

Sector	Road (+ other sector/section(s))			
Category	Highway Construction			
Reference No.	KP-03			
Project Title	North-South Bypass			
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA)/City of Kigali (CoK)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<p>1. Providing an alternative access between the city of Kigali and Bugesera District.</p> <p>2. Developing the shortcut route to the ring road.</p> <p>3. There is a sole access (NR5: Kicukiro-Nemba) between the city of Kigali and Bugesera District.</p> <p>4. Redundancy access will be necessary from the point of national security.</p> <p>5. Mitigation of traffic congestion on NR5.</p> <p style="text-align: center;">(Planned Viaduct at Nyabugogo Area)</p>  <p style="font-size: small;">Source: CoK</p>	<p>(Location)</p>  <p style="font-size: small;">Source: JICA Survey Team</p>			
	<p>(Profile)</p>  <p style="font-size: small;">Source: JICA Survey Team</p>			
Rationale	Project Plan (Outline)			
<ul style="list-style-type: none"> - Kigali Transportation Master Plan proposed the north-south bypass in short (2017) to middle (2025) term. - The road will alleviate the traffic congestion in the road network in Kigali City (V/C 0.57 to 0.53 in Kigali City). 	<ul style="list-style-type: none"> - Total length of the road is approximately 20 km - Lane width is 3.75 m (four lanes for both direction) 			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule		
- Civil works (estimated by the JICA Survey Team)	90	Calendar Year	Start	End
		1. Feasibility Study	2018	2018
		2. Detailed Design	2019	2020
		3. Tendering	2020	2021
4. Execution	2022	2024		
Total Estimated Cost	90			
Expected Output/Result	Action Plan			
<ul style="list-style-type: none"> - Mitigation of traffic congestion on NR5. - Regional integration. 	<ul style="list-style-type: none"> - Steep gradient in the mountainous section shall be re-considered. 			
Necessity of Technical Assistance				
-				
Remarks				
-				

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))
Category	Highway Construction
Reference No.	KP-03a
Project Title	North-South Bypass (Alternative Route with Tunnel)
Executing Agency	Ministry of Infrastructure (MININFRA)/Rwanda Transport Development Agency (RTDA)
Relevant Ministry	City of Kigali

Outline of the Project

<p>Objectives/Background</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Providing an alternative route for North-South Bypass which is an access between the city of Kigali and Bugesera District. 2. Construction of tunnel (L=1.5 km) to avoid steep mountainous profile (i=10~15%). 3. Functional enhancement of North-South Bypass as a logistics network. <p style="text-align: center;">(Image of Tunnel)</p>  <p style="text-align: center;">Source: Electric Engineering Kawada</p>	<p>Location</p>  <p style="text-align: center;">Source: JICA Survey Team</p> <p>(Overall Profile of N-S Bypass)</p>  <p style="text-align: center;">Source: JICA Survey Team</p>
---	---

<p>Rationale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kigali Transportation Master Plan proposed the North-South Bypass in short (2017) to middle (2025) term. - The road will alleviate the traffic congestion in the road network for the entire city (V/C 0.57 to 0.53 in Kigali City). 	<p>Project Plan (Outline)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Total length of the alternative route is approximately 4.2 km. - Length of tunnel section is approximately 1.5 km. - Required number of lanes: two-lanes.
---	--



Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)			
- Civil works (estimated by the JICA survey team)	45	Calendar Year		Start	End
		1. Feasibility Study		2022	2023
		2. Detailed Design		2023	2024
		3. Tendering		2024	2025
Total Estimated Cost	45	4. Execution		2026	2028

Expected Output/Result	Action Plan
<ul style="list-style-type: none"> - Mitigation of traffic congestion on NR5. - Regional integration. 	<ul style="list-style-type: none"> - Need to confirm the status of the bypass in the latest plan currently prepared by Mota-Engil under MININFRA/RTDA.





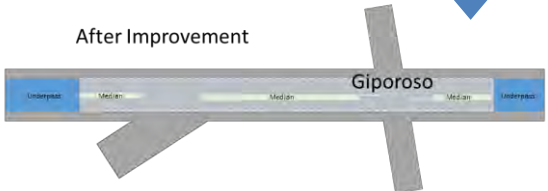

Necessity of Technical Assistance
- Technology transfer (TA) for tunneling technology.

Remarks

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road + ICT				
Category	Traffic Management				
Reference No.	KP-04				
Project Title	Kigali Smart City Control Center (KSC3)				
Executing Agency	Ministry of Infrastructure (MININFRA)/City of Kigali (CoK)				
Relevant Ministry	Rwanda National Police				
Outline of the Project					
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.				
<p>1. Initiative to Smart City.</p> <p>2. Collect and utilize social data such as traffic data, waste collection, water quality, air pollution, security monitoring, etc.</p> <p>3. Utilize the data for future urban planning (not only for traffic issue).</p> <p>4. Open to private sector for utilization of the data and encourage new Information and Communications Technology (ICT) business.</p>	<p align="center">(Data surrounding the City Control Center: C3)</p>  <p align="center">(Image of control center)</p> 				
Rationale	Project Plan (Outline)				
<ul style="list-style-type: none"> - Conformity with the National ICT Policy. - Enhance citizen's convenience. - Reliable data to support future city planning. 	<ul style="list-style-type: none"> - City control center (C3) - Advanced traffic signal system at intersections. - Intersection improvement at Chez Land (Roundabout to Cross-intersection). - Communication network to connect with C3. - Other monitoring devices and sensors. 				
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)			
<ul style="list-style-type: none"> - Installation of advanced traffic signal system - Civil works (Intersection improvement) - City control center (C3) - Other monitoring devices and sensors - TA (Technical Assistance) for the operation and maintenance (O/M) 	<p>23.1</p> <p>2.0</p>	Calendar Year		Start	End
		1. Preparation		2019	2019
		2. Detailed Project Report		2019	2020
		3. Tendering		2020	2020
		4. Execution		2020	2022
Total Estimated Cost	25.0	5. Commissioning		2022	
Expected Output/Result	Action Plan				
<ul style="list-style-type: none"> - Become a model of Smart City in Africa - New ICT business founded 	<ul style="list-style-type: none"> - Detailed project report (basic design) shall be conducted soon 				
Necessity of Technical Assistance					
O/M capacity building and utilization for city planning					
Remarks					
<ul style="list-style-type: none"> - Not only traffic section but also other sections such as waste collection, security control, water/sanitation, etc., shall be involved to define the function of C3 (city control center). - Close coordination with the Traffic Police Department is requisite. 					


Project Profile (Status: Newly proposed)



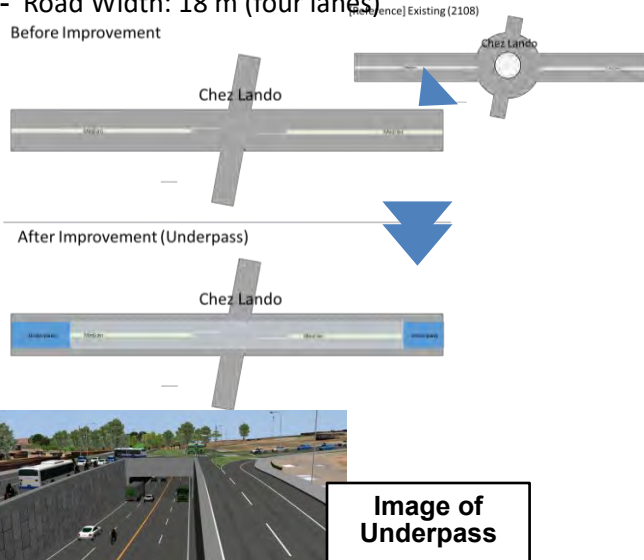
Sector	Road			
Category	Traffic Management			
Reference No.	KP-05-1			
Project Title	Construction of Underpass at Giporoso Intersection			
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA) /City of Kigali (CoK)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<ol style="list-style-type: none"> This intersection will have serious traffic congestion up to 2025. Mitigate traffic congestion at Giporoso Intersection and neighbouring intersection (west side of Giporoso Intersection) by construction of grade separated intersection. Natural gravity drainage by tunnel boring machine (TBM) 				
Rationale	Project Plan (Outline)			
<p>- Traffic congestion at Giporoso Intersection and neighbouring intersection will be mitigated.</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p style="margin: 5px 0;">Existing (2018)</p> <p style="margin: 5px 0;">↓ (after improvement)</p>  <p style="margin: 5px 0;">After Improvement</p> </div>	<p>- Length: 970 m</p> <p>- Road Width: 18 m (four lanes)</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p style="margin: 5px 0;">Existing</p>  <p style="margin: 5px 0;">After Improvement</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px; text-align: center;"> <p>Image of Underpass</p> </div> </div>			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
- Civil work	25.8	Calendar Year	Start	End
		1. Feasibility Study	2020	2020
		2. Detailed Design	2021	2021
		3. Tendering	2022	2022
		4. Execution	2022	2024
Total Estimated Cost	25.8			
Expected Output/Result	Action Plan			
- Mitigation of traffic congestion at Giporoso area.	-			
Remarks				
<ul style="list-style-type: none"> The structure of main traffic direction (east-west direction) will be an underpass in order to avoid overlap with the future metro rail transit (MRT) route (elevated). However, an alternative structure such as a viaduct could be re-examined in the design stage. 				

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road
Category	Traffic Management
Reference No.	KP-05-2
Project Title	Construction of Underpass at Chez Lando Intersection
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA) /City of Kigali (CoK)
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)





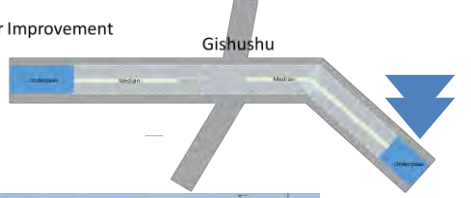

Outline of the Project

Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.
<ol style="list-style-type: none"> This intersection will have serious traffic congestion up to 2025. Mitigate traffic congestion at Chez Lando Intersection by construction of grade separated intersection. Natural gravity drainage by tunnel boring machine (TBM) 	



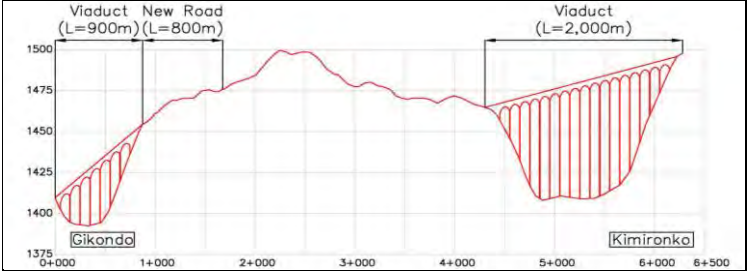
Rationale	Project Plan (Outline)
<p>- Traffic congestion at Chez Lando Intersection and neighbouring intersection will be mitigated.</p>  <p align="center">↓ (after improvement)</p> 	<p>- Length: 628 m - Road Width: 18 m (four lanes)</p> 

Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)			
- Civil work	17.7	Calendar Year			
		Start	End		
		1. Feasibility Study	2020	2020	
		2. Detailed Design	2021	2021	
		3. Tendering	2022	2022	
		4. Execution	2022	2024	
Total Estimated Cost	17.7				
Expected Output/Result		Action Plan			
- Mitigation of traffic congestion at Chez Lando area.		-			
Remarks					
<ul style="list-style-type: none"> - Chez Lando Intersection will be improved as cross intersection by C3 project firstly. - The intersection structure of main traffic direction (east-west direction) will be an underpass in order to avoid overlap with the future metro rail transit (MRT) route (elevated). - However, an alternative structure such as a viaduct could be re-examined in the design stage. 					

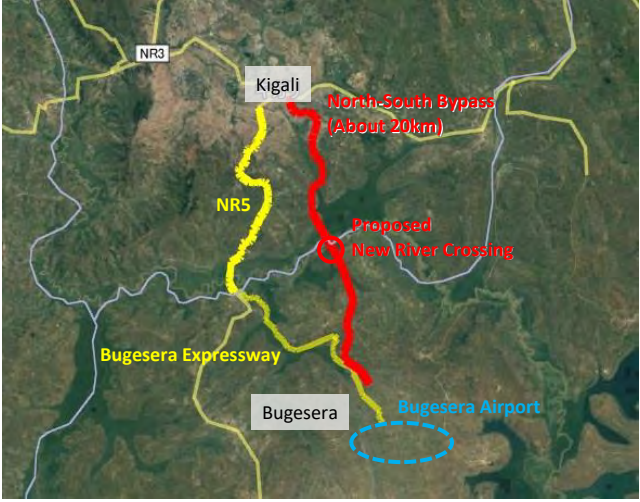
Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road			
Category	Traffic Management			
Reference No.	KP-05-3			
Project Title	Construction of Underpass at Gishushu Intersection			
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA) /City of Kigali (CoK)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<ol style="list-style-type: none"> This intersection will have serious traffic congestion up to 2025. Mitigate traffic congestion at Gishushu Intersection by the construction of grade separated intersection. Natural gravity drainage by tunnel boring machine (TBM) 				
Rationale	Project Plan (outline)			
<p>- Traffic congestion at Gishushu intersection and neighbouring intersection will be mitigated.</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Before Improvement</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓ (after improvement)</div> <div style="text-align: center;">  <p>After Improvement</p> </div> </div>	<p>- Length: 450 m - Road Width: 18 m (four lanes)</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Existing</p>  </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">↓</div> <div style="text-align: center;"> <p>After Improvement</p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">Image of Underpass</div> </div> </div>			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
- Civil work	11.9	Calendar Year	Start	End
		1. Feasibility Study	2020	2020
		2. Detailed Design	2021	2021
		3. Tendering	2022	2022
		4. Execution	2022	2024
Total Estimated Cost	11.9			
Expected Output/Result	Action Plan			
- Mitigation of traffic congestion at Gishushu area.	-			
Remarks	<p>- The structure of main traffic direction (east-west direction) will be an underpass in order to avoid overlap with the future metro rail transit (MRT) route (elevated).</p> <p>- However, an alternative structure such as a viaduct could be re-examined in the design stage.</p>			

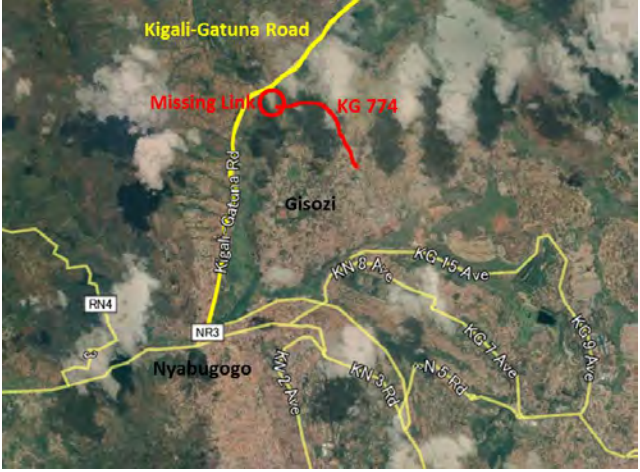

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))		
Category	Road and Bridge Construction		
Reference No.	KP-06		
Project Title	Ridge Link Bypass		
Executing Agency	City of Kigali (CoK)/Rwanda Transport Development Agency (RTDA)		
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)		
Outline of the Project			
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.		
<p>1. Providing a bypass route of Gikondo-Kimironko with new viaduct construction in Gikondo and Kimironko.</p> <p>(Viaduct Image: Okae viaduct in Japan)</p>  <p style="font-size: small;">Source: Cantilever-method</p>	<p style="text-align: center;">(Location)</p>  <p style="font-size: small;">Source: JICA Survey Team</p> <p style="text-align: center;">(Profile)</p>  <p style="font-size: small;">Source: JICA Survey Team</p>		
Rationale	Project Plan (Outline)		
<ul style="list-style-type: none"> - Traffic congestion at KG9 and KG11, RN15, KN3 will be alleviated. KG9: V/C 1.28→1.16 (2040) KG11, RN15,KN3: V/C 1.61→1.29 (2040) 	<ul style="list-style-type: none"> - Road Length: 6.3 km (including new road: 800 m) - Bridge Length: 900 m, 2,000 m - Bridge Width: 18.0 m (Carriageway: 4@3.5 m) - Bridge Type: PC Box Girder (Cantilever Erection) 		
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)	
<ul style="list-style-type: none"> - Civil works for bridge construction (estimated by the JICA Survey Team) 	260	Calendar Year	Start End
		1. Feasibility Study	2022 2023
		2. Detailed Design	2023 2024
		3. Tendering	2024 2025
		4. Execution	2026 2028
Total Estimated Cost	260		
Expected Output/Result	Action Plan		
<ul style="list-style-type: none"> - Become a bypass route of Gikondo-Kimironko. - Mitigation of traffic congestion in the city of Kigali. 	-		
Necessity of Technical Assistance			
-			
Remarks			
-			



Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))			
Category	Highway Construction			
Reference No.	KP-07			
Project Title	North-South Bypass 2			
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA)/City of Kigali (CoK)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Providing an alternative access between the city of Kigali and Bugesera District. 2. The Akagera River runs through between the city of Kigali and Bugesera District. 3. There is a sole access (NR5: Kicukiro-Nemba) between the city of Kigali and Bugesera District. 4. Redundancy access will be necessary from the point of national security. 5. Mitigation of traffic congestion on NR5. 	<p>(Location)</p>  <p style="font-size: small;">Source: JICA Survey Team</p>			
Rationale	Project Plan (Outline)			
<ul style="list-style-type: none"> - Proposed route can shorten the travel time from Bugesera to the city center (travel time : 24.4 min to 18.4 min in 2040) 	<ul style="list-style-type: none"> - Total length of the road is approximately 20 km - Lane width is 3.75 m (two lanes) - New bridge construction at the Akagera River Crossing - Bridge Length: 100 m 			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
- Civil works (Estimated by the JICA Survey Team)	100	Calendar Year	Start	End
		1. Feasibility Study	2027	2027
		2. Detailed Design	2028	2028
		3. Tendering	2029	2029
		4. Execution	2030	2032
Total Estimated Cost	100			
Expected Output/Result	Action Plan			
<ul style="list-style-type: none"> - Mitigation of traffic congestion on NR5 - Regional integration 	-			
Necessity of Technical Assistance				
-				
Remarks				
-				

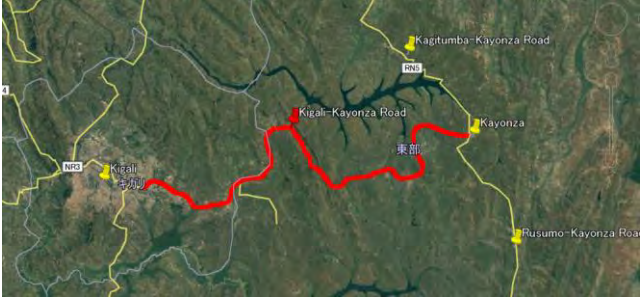

Project Profile (Status: On-going)

Sector	Road (+ other sector/section(s))			
Category	Bridge Construction			
Reference No.	KP-08			
Project Title	New 2-lane Bridge on KG 774			
Executing Agency	City of Kigali (CoK)/Rwanda Transport Development Agency (RTDA)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<p>1. Providing a diversion route of Nyabugogo-Gisozi with a new bridge construction at the missing link on KG 774.</p> <p>2. KG 774 (Gisozi-Karuruma: 2.5 km) is upgraded to asphalt road by CoK.</p>	<p style="text-align: center;">(Location)</p>  <p style="text-align: center;">Source: JICA Survey Team</p>			
 <p style="text-align: center;">(Existing Condition)</p>				
Rationale	Project Plan (Outline)			
<ul style="list-style-type: none"> - Many trips will use the bridge from/to Gisozi, the bridge will alleviate the traffic congestion at KN8, KG15 according to the traffic demand forecast by the JICA Survey Team (45,273 pcu/day in 2040) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bridge Length: 20 m - Bridge Width: 9.0 m (Carriageway: 2@3.5 m) - Bridge Type: Precast PC Girder 			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
- Civil works (based on CoK, May 2018)	4.2	Calendar Year	Start	End
		1. Detailed Design	2019	2019
		2. Tendering	2020	2020
		3. Execution	2020	2022
Total Estimated Cost	4.2			
Expected Output/Result	Action Plan			
<ul style="list-style-type: none"> - Become a diversion route of Nyabugogo-Gisozi. - Mitigation of traffic congestion at Nyabugogo area. 	-			
Necessity of Technical Assistance				
-				
Remarks				
- Fund is mobilizing.				


Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))				
Category	Bridge Construction				
Reference No.	KP-09				
Project Title	Replacement of Bicumbi Bridge and Bugesera Bridges (2 Bridges) on DR 53				
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA)				
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)				
Outline of the Project					
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.				
<p>1. Urgent replacement of the existing damaged bridges and provide an alternative access to Bugesera District from city of Kigali.</p> <p>2. No alternative access to Bugesera District from city of Kigali exists.</p> <p>3. The existing Bicumbi Bridge (70 m) and Bugesera bridges (2 bridges 15 m) are old damaged bridges with loading restriction of 10 tons at a maximum.</p>	<p align="center">(Location)</p>  <p align="center">Source: JICA Survey Team</p>				
 <p align="center">(Existing Bicumbi Bridge)</p>					
Rationale	Project Plan (Outline)				
- Through traffic can pass the route and alleviate the congestion in Kigali City	<ul style="list-style-type: none"> - Replace three bridges (70 m, 15 m, and 15 m) - Bridge Width: 9.0 m (Carriageway: 2@3.5 m) - Bridge Type: Precast PC Girder 				
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)			
- Civil works (Estimated by the JICA Survey Team)	5.0	Calendar Year		Start	End
		1. Feasibility Study		2021	2021
		2. Detailed Design		2021	2022
		3. Tendering		2022	2022
		4. Execution		2022	2024
Total Estimated Cost	5.0				
Expected Output/Result	Action Plan				
<ul style="list-style-type: none"> - Alternative access to Bugesera District from the city of Kigali - Regional integration. 	-				
Necessity of Technical Assistance					
Remarks					
-					

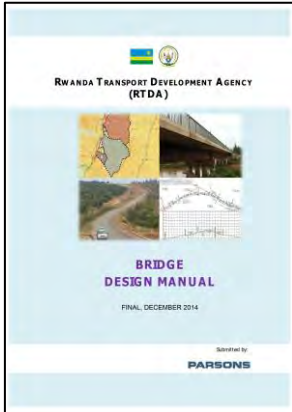
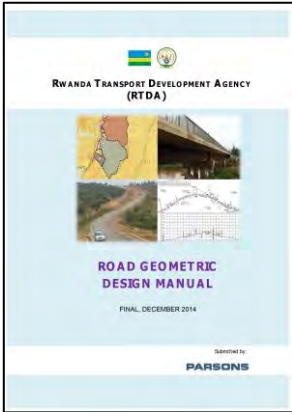
Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))			
Category	Road Rehabilitation			
Reference No.	KP-10			
Project Title	Rehabilitation and Upgrading of Kigali-Kayonza Road			
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<p>1. Objectives are to smoothen the logistic flow and regional integration.</p> <p>2. Main link conveying cargo from both Dar Es Salaam Port as central corridor and Mombassa Port as northern corridor to the city of Kigali.</p> <p>3. Study is available.</p>	<p style="text-align: center;">(Location)</p>  <p style="text-align: center;">Source: JICA Survey Team</p>			
 <p style="text-align: center;">(Existing Condition)</p>				
Rationale	Project Plan (Outline)			
<ul style="list-style-type: none"> - Priority action in NST1 - Connection between the city of Kigali and Rusumo-Kayonza Road which is funded by the Japan International Cooperation Agency (JICA) and African Development Bank (AfDB). - In Kigali City, KN5 is now congested according to the base case year model by the JICA Survey Team. The proposed route can alleviate the congestion (V/C is around 1.02). 	<ul style="list-style-type: none"> - Road length is approximately 74 km. - Road widening from 6 m single-carriageway (two-lanes) to dual-carriageway (four-lanes) for the section between Cyamuzing and Rugende. - Remaining section is upgraded in accordance with EAC standard (two lanes) 			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
<ul style="list-style-type: none"> - Construction cost (based on “List of projects to be implemented during the 2018-2035 period” by MININFRA) 	86.5	Calendar Year	Start	End
		1. Detailed Design	2022	2022
		2. Tendering	2023	2023
		3. Execution	2023	2024
Total Estimated Cost	86.5			
Expected Output/Result	Action Plan			
<ul style="list-style-type: none"> - Smooth logistic flow - Regional integration 	-			
Necessity of Technical Assistance				
-				
Remarks				
<ul style="list-style-type: none"> - Study is available. - Fund is mobilizing. 				

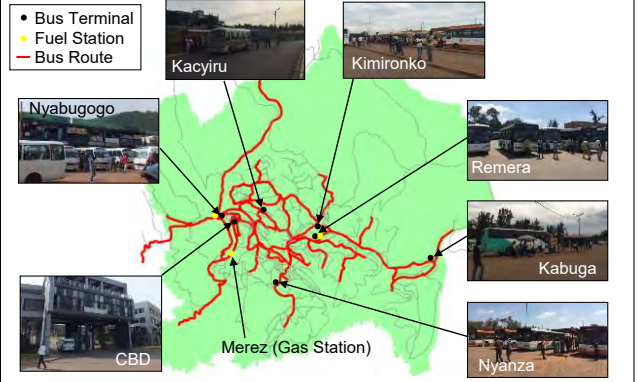
Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))																																																							
Category	Road Improvement																																																							
Reference No.	KP-11																																																							
Project Title	Sector Project Road for the Improvement of Urban Road Network																																																							
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA)/City of Kigali (CoK)																																																							
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)																																																							
Outline of the Project																																																								
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.																																																							
<p>1. Most of the roads including district roads and feeder roads behind the main arterial roads are unpaved.</p>  <p>2. The unpaved network cannot afford to become a diversion or alternative route.</p> <p>3. Non-motorized traffic (NMT) facility especially for pedestrians is not sufficiently provided.</p>	(Location)																																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Road Name for 120 km Upgrading Project</th> <th>Length (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gakiro-Kagugu</td><td>4.525</td></tr> <tr><td>Kimironko-Zindiro</td><td>3.214</td></tr> <tr><td>Bibare-Adventist Church</td><td>1.239</td></tr> <tr><td>Kagarama</td><td>2.682</td></tr> <tr><td>Quartier Niboye</td><td>4.386</td></tr> <tr><td>Kumunyinya-Elcastro</td><td>1.283</td></tr> <tr><td>Nyanza Landfill&Memorial Site</td><td>1.338</td></tr> <tr><td>Unilak-Rwandex</td><td>1.509</td></tr> <tr><td>Agatare-Rugarama</td><td>4.081</td></tr> <tr><td>Around Grace Hotel</td><td>0.561</td></tr> <tr><td>Road Behind Kimisagara Market</td><td>0.624</td></tr> <tr><td>Gisozi</td><td>0.740</td></tr> <tr><td>Gaculiro</td><td>6.238</td></tr> <tr><td>Kimironko</td><td>7.641</td></tr> <tr><td>Migina</td><td>3.125</td></tr> <tr><td>Gikondo</td><td>2.180</td></tr> <tr><td>Kagarama</td><td>4.574</td></tr> <tr><td>Niboye</td><td>3.521</td></tr> <tr><td>Muhima</td><td>1.528</td></tr> <tr><td>Nyabisindu-Kibagabaga</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>Nyabisindu- Nyarutarama</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>Remera Sports View-Nyarutarama</td><td>1.33</td></tr> <tr><td>Masaka-Rusheshe</td><td>9.75</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">⋮</td><td style="text-align: center;">⋮</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">⋮</td><td style="text-align: center;">⋮</td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">Source: CoK</p>		Road Name for 120 km Upgrading Project	Length (km)	Gakiro-Kagugu	4.525	Kimironko-Zindiro	3.214	Bibare-Adventist Church	1.239	Kagarama	2.682	Quartier Niboye	4.386	Kumunyinya-Elcastro	1.283	Nyanza Landfill&Memorial Site	1.338	Unilak-Rwandex	1.509	Agatare-Rugarama	4.081	Around Grace Hotel	0.561	Road Behind Kimisagara Market	0.624	Gisozi	0.740	Gaculiro	6.238	Kimironko	7.641	Migina	3.125	Gikondo	2.180	Kagarama	4.574	Niboye	3.521	Muhima	1.528	Nyabisindu-Kibagabaga	0.9	Nyabisindu- Nyarutarama	0.6	Remera Sports View-Nyarutarama	1.33	Masaka-Rusheshe	9.75	⋮	⋮	⋮	⋮		
Road Name for 120 km Upgrading Project	Length (km)																																																							
Gakiro-Kagugu	4.525																																																							
Kimironko-Zindiro	3.214																																																							
Bibare-Adventist Church	1.239																																																							
Kagarama	2.682																																																							
Quartier Niboye	4.386																																																							
Kumunyinya-Elcastro	1.283																																																							
Nyanza Landfill&Memorial Site	1.338																																																							
Unilak-Rwandex	1.509																																																							
Agatare-Rugarama	4.081																																																							
Around Grace Hotel	0.561																																																							
Road Behind Kimisagara Market	0.624																																																							
Gisozi	0.740																																																							
Gaculiro	6.238																																																							
Kimironko	7.641																																																							
Migina	3.125																																																							
Gikondo	2.180																																																							
Kagarama	4.574																																																							
Niboye	3.521																																																							
Muhima	1.528																																																							
Nyabisindu-Kibagabaga	0.9																																																							
Nyabisindu- Nyarutarama	0.6																																																							
Remera Sports View-Nyarutarama	1.33																																																							
Masaka-Rusheshe	9.75																																																							
⋮	⋮																																																							
⋮	⋮																																																							
Rationale	Project Plan (Outline)																																																							
- Priority Action Projects in Kigali City Development Strategy 2018-2024	- Construction of asphalt roads: 120 km - Construction of pedestrian bridges: 4																																																							
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)																																																						
- Civil works: 120 km asphalt roads (based on CoK, May 2018)	75	Calendar Year	Start	End																																																				
- Civil Works: 4 pedestrian bridges (estimated by the JICA Survey Team)	2	1. Preparation	2022	2023																																																				
		2. Execution	2023	2026																																																				
Total Estimated Cost	77																																																							
Expected Output/Result	Action Plan																																																							
- Mitigation of traffic congestion in the city of Kigali - Regional integration - Safety ensuring non-motorized traffic (NMT)	-																																																							
Necessity of Technical Assistance																																																								
-																																																								
Remarks																																																								
-																																																								

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))			
Category	Regulations			
Reference No.	KP-12			
Project Title	Establishment of Urban Road Design Guideline			
Executing Agency	Rwanda Transport Development Agency (RTDA)			
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<ol style="list-style-type: none"> 1. RTDA prepared the draft Bridge and Road Design Manuals in 2014. 2. Bridge Design Manual was drafted based on the American Association of State Highway and Transportation (AASHTO). 3. Road Geometric Design was drafted in consideration with the East African Community (EAC) recommendations. 4. In practice, AASHTO is referred for the structure design. 5. The draft has not yet been approved. 6. Need modification by retrofitting of the Rwandan condition particularly on steep terrain, etc. 	<p>(Existing Draft Bridge and Road Design Manual)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Source: RTDA</p>			
Rationale	Project Plan (Outline)			
-	- Establishment of Urban Road Design Guideline			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
Establishment of the Design Guidelines (Road)	0.5	Calendar Year	Start	End
		1. Technical Assistance	2020	2020
Establishment of the Design Guidelines (Road)	0.5			
Total Estimated Cost	1.0			
Expected Output/Result	Action Plan			
-	-			
Necessity of Technical Assistance				
-				
Remarks				
-				

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Public Transportation			
Category	Public Transport			
Reference No.	KP-13			
Project Title	Technical Assistance in Public Transport (Improvement of Bus Service)			
Executing Agency	Rwanda Utility and Regulatory Authority (RURA), Bus Operation Company (Kigali Bus Service (KBS), Royal Express, Rwanda Federation of Transport Cooperatives (RFTC))			
Relevant Ministry	City of Kigali, Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<p>Currently, a long waiting queue is regularly observed at the bus terminals in Kigali City, the supply of bus fleet in peak hours has not been sufficient to respond to the demand of passengers.</p> <p>Under such conditions, improvement of bus service is necessary as a solution to attain the sustainable development of Kigali City.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establishment and enhanced organization structure of Rwanda Utility and Regulatory Authority (RURA). 2. Improvement of the service level of public bus. 3. Improvement of the bus operation level of bus company. 	<p style="text-align: center;">(Main Bus Terminal)</p>  <p style="text-align: center;">Source: JICA Study Team</p>			
Rationale	Project Plan (Outline)			
-	<ul style="list-style-type: none"> - Improvement of public bus operation management of RURA. - Improvement of the service level of public bus. - Improvement of the operation management of bus company. 			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
-		Calendar Year	Start	End
		1. Technical Assistance	2020	2022
Total Estimated Cost				
Expected Output/Result	Action Plan			
<ul style="list-style-type: none"> - Public bus operation management capacity of RURA is improved. - The service level of public bus transport in Kigali is improved. - Bus operation level of bus companies is improved. 				
Necessity of Technical Assistance				
- Capacity building: Public bus operation management, bus route management, labor management, bus user service, and safety management.				
Remarks				

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Road (+ other sector/section(s))
Category	Institutional/Capacity Development
Reference No.	KP-14
Project Title	Technical Assistance to Establish Kigali Transportation Authority (KTA)
Executing Agency	City of Kigali (CoK)
Relevant Ministry	Ministry of Infrastructure (MININFRA)/ Rwanda Transport Development Agency (RTDA)

Outline of the Project

Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.
<p>The Kigali Transport Master Plan (MP) 2013 identified that the management of urban transport as a single function is almost nonexistent in the city of Kigali specifically due to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Weak institutional capacity and lack of adequate qualitative and quantitative human resources. 2. Too many stakeholders involved across the spectrum of urban transport - between municipalities and also national authorities cross-cutting into local affairs, which has resulted in a fragmented planning process and lack of coordination, vertically and horizontally, between different levels of government and departments. 	<p>Source: Kigali Transport MP 2013 Structure for KTA Proposed in the MP 2013</p>

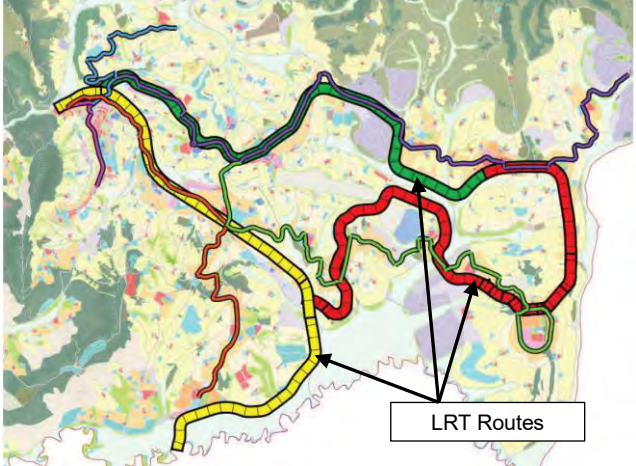
Rationale	Project Plan (Outline)
<ul style="list-style-type: none"> - Integrated transport planning and management. - Effective and proper utilization of the collected/accumulated traffic data by the city control center (CCC). - Best practice in the East African Community (EAC) and AU. 	<ul style="list-style-type: none"> - Establishment of Kigali Transportation Authority (KTA). - Operation and maintenance of CCC under KTA by well-trained staff.

Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)			
- Capacity building to support the newly established KTA.	1 million	Calendar Year		Start	End
		1) Construction of CCC	2020	2021	
		2) Soft component of CCC	2021	2022	
		3) TA for KTA	2021	2022	
		4) Establishment of KTA			2023
Total Estimated Cost	1 million				

Expected Output/Result	Action Plan
<ul style="list-style-type: none"> - Establishment of KTA. - Necessary legal set-up. 	The concept of KTA was once proposed in MP 2013. The target year of the establishment was 2017. The modification of the schedule will be proposed in the MP 2018.

Necessity of Technical Assistance
This project itself is a Technical Assistance (TA) scheme.
Remarks

Project Profile (Status: Newly proposed)

Sector	Public Transport			
Category	Public Transport			
Reference No.	KP-15			
Project Title	Pre-Feasibility Study for Mass Transit Transport System			
Executing Agency	Ministry of Infrastructure (MININFRA)			
Relevant Ministry	Rwanda Utility and Regulatory Authority (RURA), City of Kigali (CoK)			
Outline of the Project				
Objectives/Background	Location, Concept, Reference, etc.			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kigali City Transportation Master Plan 2013 mentioned that introduction of mass transit system is one option for future transportation in Kigali City. 2. Bus rapid transit (BRT), one transportation mode of mass transit system, is planning to be introduced in Kigali City. 3. In the future, the metro rail transit (MRT) and light rail transit (LRT) are also candidates in the introduction of mass transit system in Kigali City. 4. However, feasibility study for selecting an appropriate transportation mode is needed before implementation. 	<p>(Proposed Routes of LRT and BRT)</p>  <p style="text-align: center; font-size: small;">Source: Kigali City Transportation Master Plan 2013</p>			
Rationale	Project Plan (Outline)			
<ul style="list-style-type: none"> - LRT and MRT are proposed as options of the future transportation modes in Kigali City Master Plan 2013. - The criteria for selecting appropriate transportation mode is needed for the relevant organizations. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conducting pre-feasibility study. 			
Input	Tentative Cost (USD in Million)	Schedule (Tentatively proposed)		
<ul style="list-style-type: none"> - Conducting pre-feasibility study Study items (tentative); Collect issues for the implementation, economic and financial analysis, cost estimation, assessment of mass transit system basic design 	2.0	Calendar Year	Start	End
		1. Study (Refer for after study)	2024	2024
		2. Detailed Design	2025	2027
		3. Tendering	2027	2028
		4. Execution	2029	2033
Total Estimated Cost	2.0			
Expected Output/Result	Action Plan			
<ul style="list-style-type: none"> - Feasibility of Mass Transit System in Kigali City. 	<ul style="list-style-type: none"> - The progress of BRT project shall be confirmed before conducting the study. 			
Necessity of Technical Assistance				
-				
Remarks				
<ul style="list-style-type: none"> - Capacity building on the operation and management for main organization (KTA) is needed before the introduction of mass transit system. - KTA stands for Kigali Transport Authority, which is a candidate for operating mass transit system. 				

第8章 結論と提言

8.1 結論

現状では、道路単路部での渋滞はみられない。渋滞は主要交差点に限定されている。しかしながら、ルワンダの高い経済成長率（直近で 7.2%）、キガリ市の急速な人口増加（年率 5% 増）、隣接地域の開発（新ブゲセラ国際空港等）を踏まえると、今後急速に交通問題が悪化すると予想される。

また、キガリ市は起伏の多い地形に位置しており、新規道路の建設には制約が多く、私的交通に依存した交通開発には限界がある。キガリ市交通マスタープラン（2013 年作成で現在改訂作業中）においても、公共交通指向型開発（TOD）が主軸に据えられており、BRT 事業が提案された。

本調査では、交通調査結果を踏まえた将来交通需要予測（2019~2040）を実施した。マクロ需要予測モデルは、BRTをはじめ、計画中の道路（環状道路や南北バイパス等）を考慮している。しかしながら、これら計画中心事業が実現したとしても将来の交通状況は悪化することが明らかとなった。したがって、本調査では、改訂中のキガリ市交通マスタープランへの提言として、新たな道路ネットワークを中期的な施策として提示している。また、2030 年以降に顕在化するであろう需要超過に対しては、BRT を上回る輸送能力を有するマストラシステムの導入が考慮されることから、長期事業として提案している。

上記のマクロ解析で捉えられない交差点の局所的な需要予測には、マイクロ解析モデルを活用した。その結果、既に顕在化している交差点渋滞に対しては、適切な信号制御を実施することを提案した。中期的には主要交差点の立体交差化を提案した。

本調査が、JICA の今後の支援方針策定のために活用されるとともに、キガリ市交通マスタープランの改訂作業にも有益に活用されることを期待する。

8.2 提言

キガリ市交通マスタープランが提唱する公共交通指向型開発（TOD）に強く賛同する。TOD 施策の基幹に位置付けられている BRT 事業の早期実現は必須である。更に、計画中の道路事業も道路ネットワーク強化に有効であることが本調査で実施した需要予測からも確認されている。これらの計画中心事業の実現が急務である。その他、本調査団からの提言は以下のとおりである。

- 1) 既に顕在化している交差点渋滞に対して早急な対策を講じる必要がある。具体的には、本調査で提案している交差点改良ならびに信号制御システムの導入である。短期施策として実現されるべきである。
- 2) また、既存バス事業のサービスレベル改善も急務である。本調査報告書で述べたように、既存バス事業には多くの解決すべき課題がある。これらの課題に対処するために、既存バス事業のサービスレベル向上を目的とした技術協力プログラムを短期施策として実施するべきである。改善された既存バス事業は、将来の BRT ネットワークとも結節されることから、相互の効果最大化が期待できる。

- 3) 都市道路に特化した設計基準が整備されていない。キガリのような地形的にも特徴のある都市では、設計速度の思想等、国際的な基準を安易に適用すべきではない。ある程度の低速走行を許容する、交通安全に優先度をおく、等のルワンダ独自の設計基準を整備すべきである。適切に設計された都市道路ネットワークは、上述の交差点事業やバス事業の効果発現を最大化するものとなる。
- 4) キガリ市交通マスタープランでは高規格都市道路（HCUR: High Capacity Urban Road）が計画されている。これらの実現は中期的に必要な不可欠である。しかしながら、なお不足するネットワークについては更なる強化が必要となろう。本調査で提案しているインターベンション事業がマスタープラン改訂に参考とされることを期待する。前述したように、起伏のあるキガリ市での道路建設は大きな制約をうける。高架橋梁やトンネル等の技術をキガリ市に導入することは、他都市への適用等、ルワンダ全体に裨益する。ルワンダ建設業者への技術移転も十分に考慮されるべきである。
- 5) キガリ市の舗装率は極めて低い。バス等公共交通機関のアクセスを困難にしており、市民に不便を強いている。これらの未舗装の非幹線道路の改良（舗装や排水施設整備等）は予算を付けて確実に実施すべきである。規模が小さな多数の入札パッケージで構成されることから、事業内容の変更が容易な柔軟性のあるスキームが適している。
- 6) キガリ市の都市交通に関わる関係機関は多岐にわたる。中央省庁道路管理者、キガリ市、その他機関を横断的に束ねる組織が必要である。具体的には、キガリ市都市交通マスタープランにも言及されているキガリ都市交通庁の設置である。分野横断可能な組織は、事業の適切な計画、迅速な実施に貢献する。上述の都市道路設計基準整備との連携が有効である。
- 7) 現状では都市交通計画または都市計画に必須となる交通データが収集、蓄積されていない。上述の信号制御システム導入により交通データが中央交通管制センターに収集、蓄積される。本調査で提案している管制センターは、交通セクターを主軸にしつつ、将来のスマートシティを指向したシティコントロールセンターとしている。アフリカスマートシティの議長国（カガメ大統領が議長）であるルワンダがスマートシティ事業を推進する意義は大きい。提案するセンターは、キガリ都市交通庁と緊密に連携すべきである。将来的には、キガリ都市交通庁がセンターの維持運営主体となることも考えられる。
- 8) JICA 調査団が面談したドナー機関からは、キガリ市の都市交通セクターへの支援意向は聞かれなかった。唯一、世銀が都市生活改善事業の一環で道路改修を実施中である。本調査報告書で言及したように、今後の交通インフラ整備には多くの事業費を要する。都市交通セクターへのドナー機関の支援が必要となろう。
- 9) 本調査の後に、キガリ市交通マスタープランの改訂作業は完了する見込みである。改訂マスタープランは JICA はじめドナー機関とも共有され、事業の実施につなげる必要がある。
- 10) 本調査報告書は、キガリ市交通マスタープラン改訂の参考となることを望む。関係機関への適宜共有、配布を歓迎する。