

6. O&M 計画

6.1 要員計画

6.1.1 運営組織

チカラン新交通システムの運営組織は、AGT の運行実績が豊富な日本の新交通システム事業者を参考として設定する。

チカラン新交通システムの運営組織は、本社部門として総務部を置き、現業部門は運輸部と技術部の2部署構成とする。チカラン新交通システムの運営組織（案）を図 6-1 に示す。

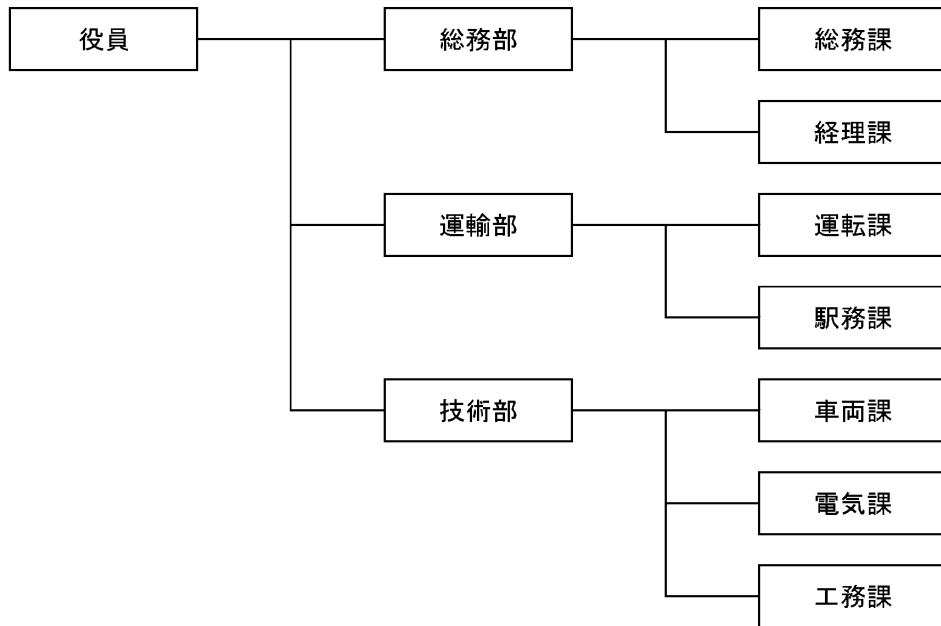


図 6-1 運営組織(案)

出典：JICA 調査団

6.1.2 要員計画

(1) 運輸部要員

運輸部要員は、駅務要員と運転指令要員に分けられる。

駅務要員については、主要駅は運転資格保有者を常時 2 名配置し、主要駅以外は運転資格保有者を常時 1 名配置する。なお、AGT は無人自動運転であるが、非常時の対応として、駅務員には運転資格を保有させるものとする。また、連動駅については連動装置の操作が可能な者を配置する。

運転指令要員は、車両基地内に設置される指令室に、常時 3 名（運転指令 2 名・電力指令 1 名）配置する。

以上をふまえて、運輸部要員数（常駐要員）は表 6-1 のとおり合計 18 名となるが、実際の勤務形態を考えると、1 日 3 交替制、休暇等を考慮して予備率 1.3 とすると、組織要員は表 6-2 のとおり合計 72 名となる。なお、マネージャーは 72 名の内数とする。

表 6-1 運輸部要員数(常駐要員)

Number of staff	(Unit:person)		
Station	Station staff	Driving handler	Signaling handler
Lemah Abang	2		
TOD Jababeka	2		
Taman Golf Barat	1		
Marketing Gallery Jababeka	1		
Ginza	1		
Industrial Park Phase 5	1		
KM34	2		
Orange County	1		
District 1	1		
District 2	1		
Lippo Cikarang	2		
Depot			3
Total	18		

出典：JICA 調査団

表 6-2 運輸部要員数(組織要員)

Number of employees (Including managers)			(Unit:person)
Station	Station staff	Driving handler	Signaling handler
Lemah Abang	8		
TOD Jababeka	8		
Taman Golf Barat	4		
Marketing Gallery Jababeka	4		
Ginza	4		
Industrial Park Phase 5	4		
KM34	8		
Orange County	4		
District 1	4		
District 2	4		
Lippo Cikarang	8		
Depot			12
Total	72		

出典：JICA 調査団

(2) 総務部・技術部要員

総務部要員（本社要員）は、現業部門の要員数との比率により設定を行う。現業比は日本の新交通システム事業者の平均値 25.3%を採用する。

また、技術部要員は工務、電気、車両の 3 部門とし、各要員数の原単位は日本の新交通システム事業者の平均値を採用する。

工務要員：0.670 人/km

電気要員：0.956 人/km

車両要員：0.221 人/両

2028 年の開業時では、表 6-3 のとおり総務部要員数は 8 名、技術部要員数は 31 名となり、合計 39 名となる。なお、マネージャーは 39 名の内数とする。

表 6-3 総務部・技術部要員数(組織要員)【2028 年】

○Maintenance staff plan (Unit:person)

Description	Head office staff	Civil eng staff	Electrical eng staff	Rolling stock staff
Unit	-	km	km	Vehicle
Quantity	31	11.8	11.8	56
Unit person	0.253	0.670	0.956	0.221
Number of employees	8	8	11	12
	39			

出典：JICA 調査団

6.1.3 教育・訓練計画

円滑な業務運営のためには、開業以前に職員の教育・訓練を実施する必要がある。また、教育・訓練マニュアルを教育・訓練実施前に作成する必要がある。

指導員は新交通システムの運営事業者から 5～10 名程度派遣する。指導員は開業後も職員の教育・訓練を継続的に行い安全で円滑な運営体制を維持する。

職員には開業前の準備段階から指導員の OJT (On the Job Training : 職場内教育) を受けさせ技術能力の向上を目指してより実践的な教育・訓練の機会を与える。

6.2 運営経費

6.2.1 人件費

「6.1 要員計画」を踏まえ、運営に関わる人件費の算出を行う。

月例賃金はインドネシアにおける非製造業の平均賃金を採用する。また、スタッフとマネージャー比率は4:1とする。

年間賞与は2ヶ月分とし、社会保障費や福利厚生費など其他人件費は月例賃金の50%とする。

2028年の開業時の経費は、表 6-4 に示すとおり、年間 20,454 million IDR (約 1.5 億円) となる。

表 6-4 人件費【2028年】

○AGT O&M staff cost

(Unit:IDR)

Description	Staff	Manager	Sub total	Total
Ratio	4	1	-	-
Operation staff	58	14	72	111
Maintenance staff	31	8	39	
Monthly salary	6,702,660	17,158,400	-	-
Monthly cost	596,536,740	377,484,800	-	974,021,540
Annual cost	12,527,271,540	7,927,180,800	-	20,454,452,340

出典：JICA 調査団

6.2.2 経費

経費の原単位は日本の新交通システム事業者の平均値を採用する。

工務：22,763 千円/km (営業キロ)

電気：18,847 千円/km (営業キロ)

車両：56.6 円/車両キロ

動力費：10.8 円/車両キロ (表 6-5 参照)

運輸費：15,666 千円/駅

その他経費：28,201 千円/km (営業キロ)

表 6-5 動力費原単位の設定

○Electricity (power) cost/bill			
①Japan tokyo		0.14 USD/KWh	
②Indonesien Ja karta		0.07 USD/KWh	
①/②		0.5*	
	Length		Weight
AGT-TypeB	8.5 m		18 t
AGT-TypeC	11.2 m		24 t
	1.32		1.33*

出典：JICA 調査団

2028年の開業時の経費は、表 6-6 に示すとおり、年間 176,011 million IDR (約 12.8 億円) となる。

表 6- 6 経費【2028 年】

○AGT O&M cost

(Unit:thousandJPY)

Description	Unit	Quantity	Unit cost	Cost (Japan price)
Civil eng	km	11.8	22,763	268,603
Electrical eng	km	11.8	18,847	222,395
Rolling stock eng	Vehicle km's	4,408	53.6	236,269
Train operation *	Vehicle km's	4,408	10.8	47,606
Station service	Station	11	15,666	172,326
Other administrative expenses	km	11.8	28,201	332,772
Total	-	-	-	1,279,971

出典：JICA 調査団

6.2.3 O&M コスト(OPEX)

O&M (Operation & Maintenance：施設や設備の完工後の保守操業) コスト (OPEX (Operating Expense：営業費用) は、表 6-6 に示すとおりであり、2028 年の開業時は 196,465 million IDR (約 14.3 億円)、成熟時の 2064 年で 202,561 million IDR (約 14.7 億円) となる。なお、O&M コストは、現在 (2020 年) の価格であり、インドネシアの経済成長率 (インフレ、物価上昇等) は見込んでいない。

【2028 年】 196,465 million IDR (14.3 億円)

【2032 年】 197,899 million IDR (14.4 億円)

【2039 年】 199,333 million IDR (14.5 億円)

【2048 年】 200,907 million IDR (14.6 億円)

【2064 年】 202,561 million IDR (14.7 億円)

表 6- 7 O&M コスト(OPEX)

西暦年	人件費	経費	合計
	million IDR	million IDR	million IDR
2028	20,454	176,011	196,465
2029	20,454	176,011	196,465
2030	20,454	176,011	196,465
2031	20,454	176,011	196,465
2032	20,595	177,304	197,899
2033	20,595	177,304	197,899
2034	20,595	177,304	197,899
2035	20,595	177,304	197,899
2036	20,595	177,304	197,899
2037	20,595	177,304	197,899
2038	20,595	177,304	197,899
2039	20,736	178,597	199,333
2040	20,736	178,597	199,333
2041	20,736	178,597	199,333
2042	20,736	178,597	199,333
2043	20,736	178,597	199,333
2044	20,736	178,597	199,333
2045	20,736	178,597	199,333
2046	20,736	178,597	199,333
2047	20,736	178,597	199,333
2048	21,017	179,890	200,907
2049	21,017	179,890	200,907
2050	21,017	179,890	200,907
2051	21,017	179,890	200,907
2052	21,017	179,890	200,907
2053	21,017	179,890	200,907
2054	21,017	179,890	200,907
2055	21,017	179,890	200,907
2056	21,017	179,890	200,907
2057	21,017	179,890	200,907
2058	21,017	179,890	200,907
2059	21,017	179,890	200,907
2060	21,017	179,890	200,907
2061	21,017	179,890	200,907
2062	21,017	179,890	200,907
2063	21,017	179,890	200,907
2064	21,378	181,183	202,561
2065	21,378	181,183	202,561
2066	21,378	181,183	202,561
2067	21,378	181,183	202,561
2068	21,378	181,183	202,561
2069	21,378	181,183	202,561
2070	21,378	181,183	202,561
2071	21,378	181,183	202,561
2072	21,378	181,183	202,561

出典：JICA 調査団

6.2.4 コストカットケース

表 6-7 に示すとおりであり、運輸部要員数の見直し、車両定員の見直しによる運行本数のカット、それに伴う車両数の減少により、2028 年の開業時で O&M コストは、3,186 million IDR (約 0.2 億円) 低減できる。

表 6- 8 O&M コスト(OPEX) 【コストカットケース】

■OPEX (2028-2072) Cost cut				Cost cut - Full spec		
西暦年	人件費 million IDR	経費 million IDR	合計 million IDR	人件費 million IDR	経費 million IDR	合計 million IDR
2028	28,984	164,295	193,279	8,530	-11,716	-3,186
2029	28,984	164,295	193,279	8,530	-11,716	-3,186
2030	28,984	164,295	193,279	8,530	-11,716	-3,186
2031	28,984	164,295	193,279	8,530	-11,716	-3,186
2032	28,984	164,295	193,279	8,389	-13,009	-4,620
2033	28,984	164,295	193,279	8,389	-13,009	-4,620
2034	29,125	165,588	194,713	8,530	-11,716	-3,186
2035	29,125	165,588	194,713	8,530	-11,716	-3,186
2036	29,125	165,588	194,713	8,530	-11,716	-3,186
2037	29,125	165,588	194,713	8,530	-11,716	-3,186
2038	29,125	165,588	194,713	8,530	-11,716	-3,186
2039	29,125	165,588	194,713	8,389	-13,009	-4,620
2040	29,125	165,588	194,713	8,389	-13,009	-4,620
2041	29,125	165,588	194,713	8,389	-13,009	-4,620
2042	29,125	165,588	194,713	8,389	-13,009	-4,620
2043	29,125	165,588	194,713	8,389	-13,009	-4,620
2044	29,547	166,952	196,499	8,811	-11,645	-2,834
2045	29,547	166,952	196,499	8,811	-11,645	-2,834
2046	29,547	166,952	196,499	8,811	-11,645	-2,834
2047	29,547	166,952	196,499	8,811	-11,645	-2,834
2048	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2049	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2050	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2051	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2052	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2053	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2054	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2055	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2056	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2057	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2058	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2059	29,547	166,952	196,499	8,530	-12,938	-4,408
2060	30,330	168,245	198,575	9,313	-11,645	-2,332
2061	30,330	168,245	198,575	9,313	-11,645	-2,332
2062	30,330	168,245	198,575	9,313	-11,645	-2,332
2063	30,330	168,245	198,575	9,313	-11,645	-2,332
2064	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2065	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2066	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2067	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2068	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2069	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2070	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2071	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986
2072	30,330	168,245	198,575	8,952	-12,938	-3,986

出典：JICA 調査団

7. 運転計画

7.1 運転計画の前提条件

運転計画にあたっての前提条件を以下に示す。

- 運転方式：ATO（Automatic Train Operation：自動列車運転装置）
- 運転最高速度：80km/h
- 駅停車時間：30 秒
- 路線延長：11.8km
- 駅数：表 7-1 のとおり 11 駅（平均駅間距離：約 1.2km）

表 7-1 駅リスト

駅名	キロ程
Lemah Abang	0k000m
TOD Jababeka	2k080m
Taman Golf Barat	3k370m
Marketing Gallery Jababeka	4k170m
Ginza	5k630m
Industrial Park Phase 5	7k190m
KM34	8k530m
Orange County	9k270m
District 1	9k790m
District 2	11k040m
Lippo Cikarang	11k770m

出典：JICA 調査団

- 編成両数：4 両編成
- 編成定員：520 人／編成
- 曲線通過速度：表 7-2 のとおり

表 7-2 曲線通過速度

曲線半径	通過速度
30 m	20 km/h
50 m	30 km/h
70 m	35 km/h
100 m	40 km/h
150 m	50 km/h

出典：JICA 調査団

7.2 所要時間の検討

「7.1 運転計画」の前提条件を踏まえ、運転曲線図の作成を行い、表 7-3 のとおり所要時間の検討をおこなった。

片道の所要時間は、上り、下りともに 28 分 15 秒となり、表定速度は 25.2km/h となる。

表 7-3 所要時間(片道)

駅名	キロ程 [km]		下り				上り			
	駅間	通算	停車駅	駅間運転時分	停車時分	運転時分	停車駅	駅間運転時分	停車時分	運転時分
Lemah Abang	0.00	0.00	●	-	-	-	●	5分00秒	-	28分15秒
TOD Jababeka	2.08	2.08	●	5分00秒	0分30秒	5分00秒	●	2分45秒	0分30秒	22分45秒
Taman Golf Barat	1.29	3.37	●	2分45秒	0分30秒	8分15秒	●	1分45秒	0分30秒	19分30秒
Marketing Gallery Jababeka	0.80	4.17	●	1分45秒	0分30秒	10分30秒	●	1分45秒	0分30秒	17分15秒
Ginza	1.46	5.63	●	1分45秒	0分30秒	12分45秒	●	3分15秒	0分30秒	15分00秒
Industrial Park Phase 5	1.56	7.19	●	3分15秒	0分30秒	16分30秒	●	1分45秒	0分30秒	11分15秒
KM34	1.34	8.53	●	1分45秒	0分30秒	18分45秒	●	1分15秒	0分30秒	9分00秒
Orange County	0.74	9.27	●	1分15秒	0分30秒	20分30秒	●	2分00秒	0分30秒	7分15秒
District 1	0.52	9.79	●	2分00秒	0分30秒	23分00秒	●	2分00秒	0分30秒	4分45秒
District 2	1.25	11.04	●	2分00秒	0分30秒	25分30秒	●	2分15秒	0分30秒	2分15秒
Lippo Cikarang	0.73	11.77	●	2分15秒	-	28分15秒	●	-	-	-
					表定速度	25.22 km/h			表定速度	25.22 km/h

出典：JICA 調査団

7.3 運転計画

ピーク時の運転本数は、需要予測結果より、2028 年の開業時は 9 本/時、2064 年の成熟時は 13 本/時と設定する。なお、平日のオフピーク時は 6 本/時、休日は終日 6 本/時とする。

また、営業時間はジャカルタ MRT の営業時間を参考に、5:00~24:00 とする。

2028 年の開業時の運転ダイヤを図 7-1 に、曜日別・時間帯別の運転本数を表 7-4 に示す。

以上をふまえて、運転計画を表 7-5 に示す。

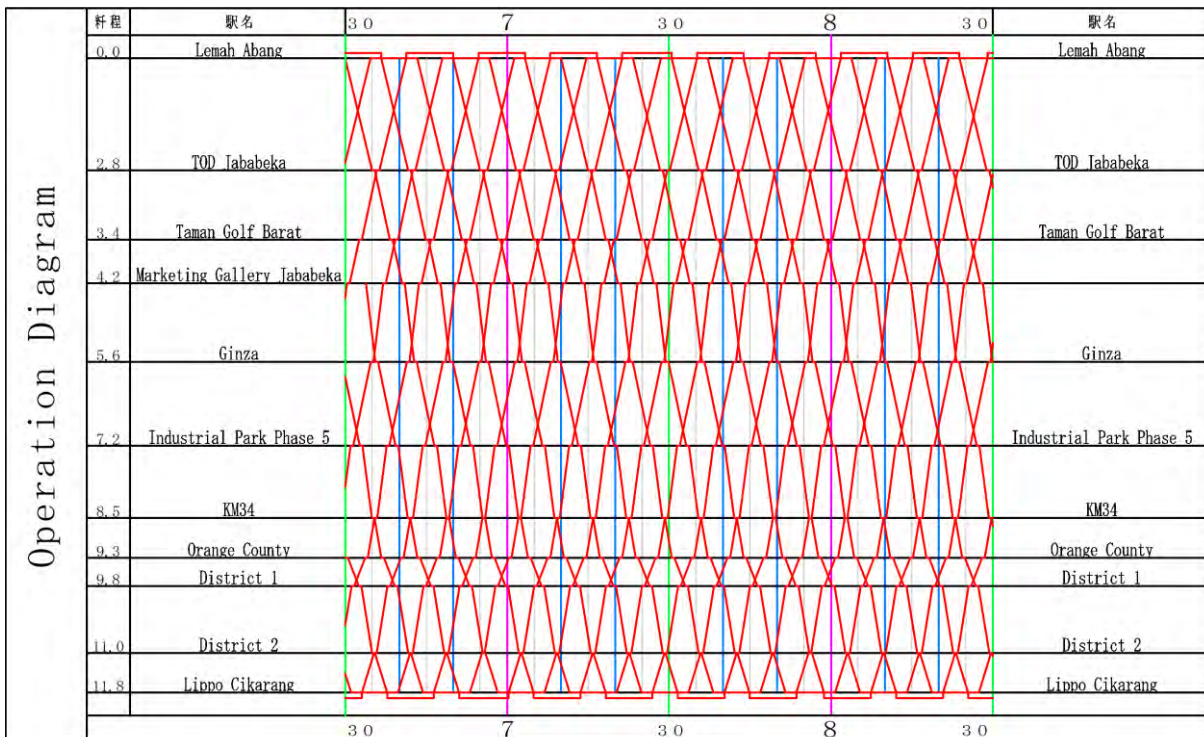


図 7-1 運転ダイヤ【2028 年】

出典：JICA 調査団

表 7-4 曜日別・時間帯別の運転本数【2028年】

Day of the week	Mon-Fri			Sat・Sun		
Operating hours	5:00-24:00			5:00-24:00		
Days per year	261			104		
5	6	4	24	6	4	24
6	6	4	24	6	4	24
7	9	4	36	6	4	24
8	9	4	36	6	4	24
9	9	4	36	6	4	24
10	8	4	32	6	4	24
11	6	4	24	6	4	24
12	6	4	24	6	4	24
13	6	4	24	6	4	24
14	6	4	24	6	4	24
15	8	4	32	6	4	24
16	9	4	36	6	4	24
17	9	4	36	6	4	24
18	9	4	36	6	4	24
19	8	4	32	6	4	24
20	6	4	24	6	4	24
21	6	4	24	6	4	24
22	6	4	24	6	4	24
23	3	4	12	3	4	12
Total	141	4.00	564	111	4.00	444

出典：JICA 調査団

表 7-5 ピーク時断面輸送人員・運行本数・必要車両数

西暦	運賃感度	ピーク時 断面輸送人員	編成定員	ピーク時 運転本数	運用編成数	予備編成数	必要編成数	必要車両数
(年)	(IDR)	(人/時)	(人/編成)	(本/時)	(編成)	(編成)	(編成)	(両)
2028	9,000	4,582	520	9	11	3	14	56
2029	9,000	4,643	520	9	11	3	14	56
2030	9,000	4,643	520	9	11	3	14	56
2031	9,000	4,643	520	9	11	3	14	56
2032	9,000	4,829	520	10	12	3	15	60
2033	9,000	4,889	520	10	12	3	15	60
2034	9,000	4,949	520	10	12	3	15	60
2035	9,000	5,009	520	10	12	3	15	60
2036	9,000	5,069	520	10	12	3	15	60
2037	9,000	5,129	520	10	12	3	15	60
2038	9,000	5,190	520	10	12	3	15	60
2039	9,000	5,251	520	11	13	3	16	64
2040	9,000	5,312	520	11	13	3	16	64
2041	9,000	5,373	520	11	13	3	16	64
2042	9,000	5,435	520	11	13	3	16	64
2043	9,000	5,491	520	11	13	3	16	64
2044	9,000	5,548	520	11	13	3	16	64
2045	9,000	5,605	520	11	13	3	16	64
2046	9,000	5,662	520	11	13	3	16	64
2047	9,000	5,718	520	11	13	3	16	64
2048	9,000	5,762	520	12	14	3	17	68
2049	9,000	5,805	520	12	14	3	17	68
2050	9,000	5,848	520	12	14	3	17	68
2051	9,000	5,892	520	12	14	3	17	68
2052	9,000	5,935	520	12	14	3	17	68
2053	9,000	5,963	520	12	14	3	17	68
2054	9,000	5,990	520	12	14	3	17	68
2055	9,000	6,018	520	12	14	3	17	68
2056	9,000	6,045	520	12	14	3	17	68
2057	9,000	6,072	520	12	14	3	17	68
2058	9,000	6,095	520	12	14	3	17	68
2059	9,000	6,117	520	12	14	3	17	68
2060	9,000	6,139	520	12	14	3	17	68
2061	9,000	6,161	520	12	14	3	17	68
2062	9,000	6,183	520	12	14	3	17	68
2063	9,000	6,217	520	12	14	3	17	68
2064	9,000	6,252	520	13	15	3	18	72
2065	9,000	6,286	520	13	15	3	18	72
2066	9,000	6,320	520	13	15	3	18	72
2067	9,000	6,354	520	13	15	3	18	72
2068	9,000	6,400	520	13	15	3	18	72
2069	9,000	6,447	520	13	15	3	18	72
2070	9,000	6,494	520	13	15	3	18	72
2071	9,000	6,541	520	13	15	3	18	72
2072	9,000	6,587	520	13	15	3	18	72

出典：JICA 調査団

7.4 コストカットケース

車両の編成定員及び予備編成数を見直した場合の運転計画を表 7-6 に示す。

表 7-6 ピーク時断面輸送人員・運行本数・必要車両数【コストカットケース】

西暦 (年)	運賃感度 (IDR)	ピーク時 断面輸送人員 (人/時)	編成定員 (人/編成)	ピーク時 運転本数 (本/時)	運用編成数 (編成)	予備編成数 (編成)	必要編成数 (編成)	必要車両数 (両)
2028	9,000	4,582	612	8	10	2	12	48
2029	9,000	4,643	612	8	10	2	12	48
2030	9,000	4,643	612	8	10	2	12	48
2031	9,000	4,643	612	8	10	2	12	48
2032	9,000	4,829	612	8	10	2	12	48
2033	9,000	4,889	612	8	10	2	12	48
2034	9,000	4,949	612	9	11	2	13	52
2035	9,000	5,009	612	9	11	2	13	52
2036	9,000	5,069	612	9	11	2	13	52
2037	9,000	5,129	612	9	11	2	13	52
2038	9,000	5,190	612	9	11	2	13	52
2039	9,000	5,251	612	9	11	2	13	52
2040	9,000	5,312	612	9	11	2	13	52
2041	9,000	5,373	612	9	11	2	13	52
2042	9,000	5,435	612	9	11	2	13	52
2043	9,000	5,491	612	9	11	2	13	52
2044	9,000	5,548	612	10	12	2	14	56
2045	9,000	5,605	612	10	12	2	14	56
2046	9,000	5,662	612	10	12	2	14	56
2047	9,000	5,718	612	10	12	2	14	56
2048	9,000	5,762	612	10	12	2	14	56
2049	9,000	5,805	612	10	12	2	14	56
2050	9,000	5,848	612	10	12	2	14	56
2051	9,000	5,892	612	10	12	2	14	56
2052	9,000	5,935	612	10	12	2	14	56
2053	9,000	5,963	612	10	12	2	14	56
2054	9,000	5,990	612	10	12	2	14	56
2055	9,000	6,018	612	10	12	2	14	56
2056	9,000	6,045	612	10	12	2	14	56
2057	9,000	6,072	612	10	12	2	14	56
2058	9,000	6,095	612	10	12	2	14	56
2059	9,000	6,117	612	10	12	2	14	56
2060	9,000	6,139	612	11	13	2	15	60
2061	9,000	6,161	612	11	13	2	15	60
2062	9,000	6,183	612	11	13	2	15	60
2063	9,000	6,217	612	11	13	2	15	60
2064	9,000	6,252	612	11	13	2	15	60
2065	9,000	6,286	612	11	13	2	15	60
2066	9,000	6,320	612	11	13	2	15	60
2067	9,000	6,354	612	11	13	2	15	60
2068	9,000	6,400	612	11	13	2	15	60
2069	9,000	6,447	612	11	13	2	15	60
2070	9,000	6,494	612	11	13	2	15	60
2071	9,000	6,541	612	11	13	2	15	60
2072	9,000	6,587	612	11	13	2	15	60

出典：JICA 調査団

8. 車両・E&M 計画

8.1 車両計画

8.1.1 概要

車両は4両1ユニット構成で、総ての編成とも同一構成とすることを前提としていたが、O&Mコスト低減の観点から、運行の自由度を高める案も検討する。なお、非常時には列車の前後両端にある自動連結器を用いた連結救援運転ができるようになっている。AGTの車両イメージを参考として図8-1に示す。

車体は、アルミニウム合金押し出し成形品とパネルによる溶接構造となっており、軽量化と剛性の向上を果たしている。その結果、運行時の消費電力の低減や、静粛性などAGTの特徴を進化させている。

台車は耐久性を維持しつつ軽量化を実現するとともに、衝撃緩衝機構などにより揺れを抑え、乗り心地をよりよくする構造となっている。

概観はすっきりした近代的なデザインで、内装はユニバーサルデザインを取り入れ、あらゆる世代の利用者が安全・安心・快適に利用できるデザインとなっている。

通常の運転は、無人の全自動運転を基本案とするが、以降に示すコスト低減案(Cost Reduced Case)においては、有人での運転を想定する。



図 8-1 AGT の車両イメージ(サンプル)

出典：JICA 調査団

8.1.2 車両形式と諸元

(1) 主要諸元

車両の主要諸元・仕様を表 8-1 に示す。

表 8-1 主要諸元・仕様

項目	諸元・仕様
編成	4両1編成、2両1編成、2両1編成×2連結
編成長（1編成）	約46.5m
幅	約2.8m
高さ	約3.8m
空車重量	59.2トン ^{注釈1}
最大重量	92.8トン ^{注釈1}
乗客数	548人（有人運転とした場合547人） ^{注釈2}
最小曲線半径	30m
最急勾配	10%
最高速度	80km/h
最高加速度	3.5km/h/s
常用減速度	3.5km/h/s
非常減速度	4.5km/h/s

出典：JICA 調査団

注釈1：4両1編成の場合

注釈2：フェーズ1業務完了報告書（JICA、2018年）より

a) 車両編成について

車両編成には、以下のi)～iii)に示す組み合わせが考えられる。

i) 4両1編成

中間の2車両は、運転台を有しない中間車で構成し、すべての車両間の行き来が可能な編成。イメージを図 8-2 に示す。

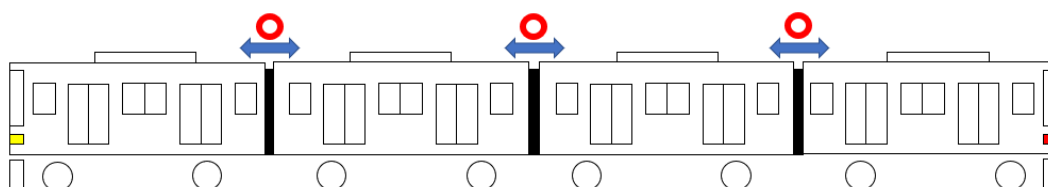


図 8-2 4両1編成イメージ

出典：JICA 調査団

ii) 2両1編成

4両1編成から中間の車両を除いた、運転台を有する先頭車のみで構成する2両固定編成である。イメージを図8-3に示す。

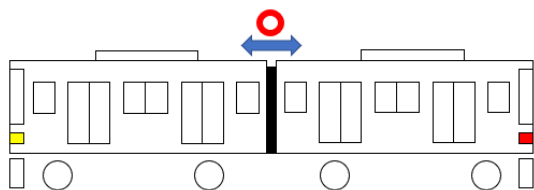


図 8-3 2両1編成イメージ

出典：JICA 調査団

iii) 2両2編成連結

2両固定編成を2編成で連結したものである。それぞれの編成毎（図8-4の場合2号車と3号車間）の行き来はできない。イメージを図8-4に示す。

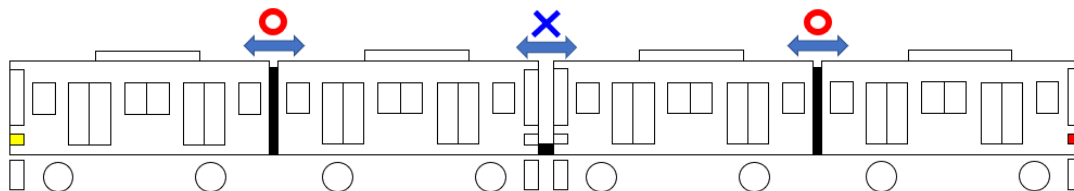


図 8-4 2両2編成連結イメージ

出典：JICA 調査団

2両2編成連結においては、乗客の少ない時間帯や区間において2両1編成×2編成の形に解結運用し、無駄な運用コストを低減するような施策もとれる。表8-2に、増結/解結の有無や編成形態によるメリットとデメリットをまとめる。

表 8-2 増結/解結運用の有無によるメリットとデメリット

	メリット	デメリット
増結/解結なし	<ul style="list-style-type: none"> 運用がシンプルで、増結/解結による運転士や係員の負担がない 中間車両がある分、コストが低い 	<ul style="list-style-type: none"> 不必要な輸送量の提供をして、無駄なコストをかける可能性がある
増結/解結あり	<ul style="list-style-type: none"> 需要に見合った輸送量を提供でき、運用コスト削減につながる 	<ul style="list-style-type: none"> 乗客にとって、乗降位置が編成によって異なることとなる 増結/解結に時間がかかり、ホームでの待ち時間等が増える 増結/解結作業による運転士や駅員等の負担増加 中間車両が無い分、コストが高い 2両2編成連結では、一部車両間の行き来ができない

出典：JICA 調査団

本調査では、フェーズ1調査と同様、コストや使い勝手の点で有利と思われる4両1編成を前提に検討を進める。

(2) 車上搭載指令、制御、通信システム

車両に装備される車上搭載指令、制御、通信システムは次の通りである。

- ・ ATP (Automatic Train Protection : 自動列車防護装置) /ATO
- ・ 車両通信制御
- ・ 車内案内表示器
- ・ スピーカー
- ・ インターコム
- ・ カメラ (車内防犯カメラ (注釈)、列車ドア開閉扱い確認用 (ホーム安全確認用) カメラ)
- ・ その他
- ・ 注釈: 図 8-5 に示すような Wi-Fi データ通信や 4G 通信機能を有した照明一体型カメラの採用例もある。



図 8-5 照明一体型防犯カメラ(無線通信機能付き)

出典：JICA 調査団

8.2 E&M 計画

8.2.1 走行路と案内レール

走行路は以下の機器から構成される。

- ・ 走行路と案内レール
- ・ 分岐器
- ・ 車止め
- ・ 非常用通路

走行路にはパワーレール、配電線、ケーブルトレイ内に敷設した信号・通信用のケーブルなどが設置される。

(1) 走行路

AGT の走行路を図 8-6 に示す。本調査では、走行路は日本国内で多くの実績のある側方案内方式、床構造は走行路を避難通路として使用でき、利用者に安心感を与える閉床式を提案する。



図 8-6 AGT の走行路

出典：JICA 調査団

(2) 案内レール

案内レールは、車両と横加重を支える構造部材である。案内レールの部材は、案内レール、ベースプレート、設置機材である。案内レールには一般的に H 型鋼が使用される。

(3) 分岐器

分岐器の仕組みを図 8-7 に示す。分岐器は、走行路の両側に取り付けられた固定及び可動U字型取り込み板、電気転てつ機、連接棒から構成される。車両の誘導輪は可動取り込み板により誘導され、指示された方向に導くために使用される。

分岐器はCBTC（Communications-Based Train Control：無線式列車制御システム）に依って制御され、特にATPサブシステムにより保護されるので、列車の安全運行ができる。

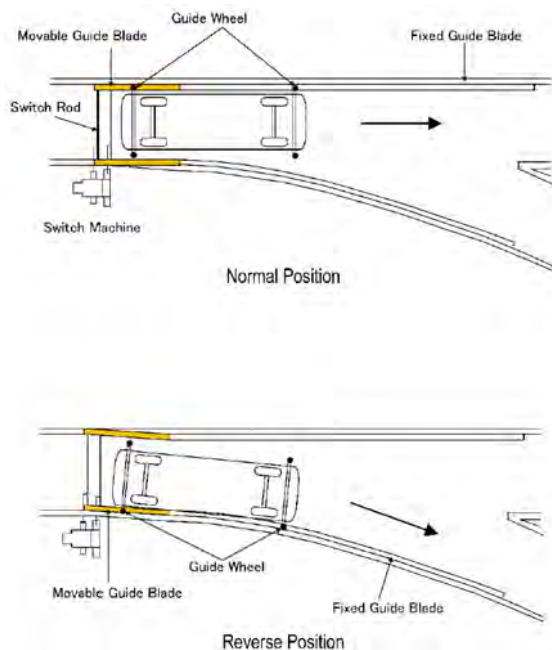


図 8-7 分岐器の仕組み

出典：JICA 調査団

(4) 車止め

車止めを図 8-8 に示す。すべての走行路の終端部には、油圧式緩衝器を設置する。緩衝器の役割は、車両が指定された停車位置をオーバーランする不測の事態に備え、確実に安全に停止させることである。



図 8-8 車止め

出典：JICA 調査団

8.2.2 電力設備

AGT の動力は電気モーターを使用し、信号システムなどの主要な機器、駅や車両基地の設備も電力を必要とする。電力不足または停電は、直接運行サービスに混乱をきたすため、冗長性を持つ電力供給システムを設置する。

電力供給システムは受電変電所タイプとし、当該地区をカバーしている PT PLN (Perusahaan Listrik Negara: インドネシア国営電力公社) の変電所からの電力供給を受けることを想定する。

(1) 受電変電所

PT PLN の各変電所では、高圧架空線から AC (Alternating Current : 交流) 150kV を受電し AC20kV に降圧している。AGT の変配電システムは、ここから本線一予備の 2 回線方式により、AGT 用受電変電所へ給電する。この受電変電所から、各き電変電所、各駅の電気室へは、AC20kV を 2 系統の連絡線方式により配電する。

き電変電所では AC20kV から DC (Direct Current : 直流) 750V に整流し、本線ならびに車両基地へ AGT 運転用の電力として供給する。

附帯設備用電力は、各駅ならびに車両基地の電気室で受電した AC20kV を構内変圧器で AC400V/200V に降圧し、構内の機器類に配電する。

(2) き電変電所

各き電変電所は、冗長性のある二重系で構成し、故障や検査で停止させるときには必要な電力を他の変電所へ供給できるものとする。

(3) 非常用電源

UPS (Uninterruptible Power Supply : 非常用無停電電源装置) は主電源の障害時に電力を供給するもので、以下に示すシステムへバックアップ電力を供給する。

- ・ 中央制御システムを含む CBTC システム
- ・ 電力供給システムの制御電源
- ・ 通信機器 CCTV (Closed Circuit Television : 閉鎖回路テレビ (監視カメラ))、放送、非常電話、無線、誘導サイン
- ・ 非常灯
- ・ 安全・警備システム
- ・ データ通信、伝送システム
- ・ 転てつ機

UPS 装置は密封式バッテリーを使用し、充電の電源は交流電源である。

(4) パワーレール

き電電力は、案内板に沿って取り付けられたパワーレールから車両へ供給される。き電電力ケーブルはパワーレールのそれぞれのセグメントに接続され、直流 750V 回線に接続する。き電電力は軌道の側面に取り付けられた剛体のパワーレールから 2 組の集電装置によって集電される。

パワーレールを図 8-9 に示す。パワーレールは以下に示す設備で構成される。

- ・ アルミニウムとステンレスの複合構造のパワーレール
- ・ 縦方向と横方向の両方で押さえるパワーレールの定着装置
- ・ 支持金具とアンカーボルト
- ・ 温度変化に対する伸縮継ぎ目
- ・ 端末用の器具

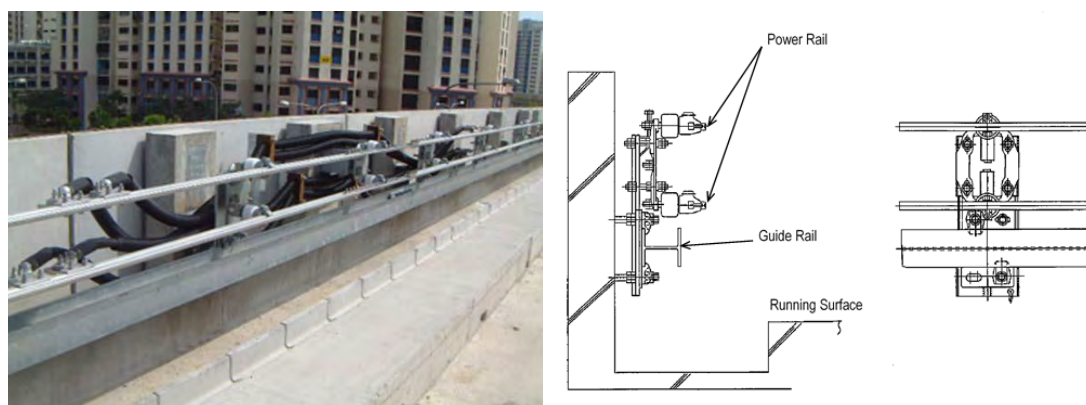


図 8-9 パワーレール

出典：JICA 調査団

8.2.3 信号システム

信号システムは、CBTC システムの下、主に 3 つのサブシステムを包含している。

- ・ ATP サブシステム：ATP は安全に関する制御機能を総て提供する。
- ・ ATO サブシステム：ATO は ATP サブシステムで課せられた条件の下での自動運転モード機能を総て提供する。
- ・ ATS (Automatic Train Supervision: 自動列車監視装置) はシステムの稼働状況と全体の運行を監視し、システムの通信インターフェイスを管理する。ATS は稼働状況データの記録を行い、システムに異常があれば警報を発する。さらに、ATS は中央で制御できるヒューマン・マシン・インターフェイスを提供する。

ATS システムのヒューマン・インターフェイスは、図 8-10 に示す OCC (Operation Control Center: 運行管理センター) に設置され、オペレータは ATS を通して、そのシステムの監視や制御を行う。さらに OCC は、通信システムや変配電システムの監視や制御も行うことができる。



図 8-10 運行管理センター

出典：JICA 調査団

(1) ATP サブシステム

ATP サブシステムの主な機能を以下に示す。

- ・ 在線検知
- ・ 進路設定
- ・ 誤出発検知
- ・ 速度超過防護
- ・ 過走防護
- ・ 分割車両の防護
- ・ 無信号の保護
- ・ 速度ゼロ検知
- ・ ドア誤操作防護
- ・ ドア操作防護連鎖
- ・ 出発連鎖
- ・ 方向転換連鎖
- ・ 力行制動連鎖
- ・ 転てつ機連鎖

なお、ATP の機能は、ATO と ATS の両機能よりも上位に位置している。

(2) ATO サブシステム

ATO サブシステムの主な機能を以下に示す。

- ・ 運転制御
- ・ プログラムに依る定点停止
- ・ ドア操作及び停車時間制御

(3) ATS サブシステム

ATS サブシステムの主な機能を以下に示す。

- ・ 運行状況の監視
- ・ 運行の制御及び取り消し

8.2.4 通信システム

通信設備は、常時には AGT を効率的に運用するために用いられ、異常時には迅速な回復を行うために必要な連絡や、状況の監視等の情報を提供する。

主な通信設備を以下に示す。

- ・ 無線通信設備（列車無線、緊急発報、保守用無線）
- ・ 電話設備（業務用電話、指令電話等）
- ・ CCTV 監視装置
- ・ 案内放送システム
- ・ その他装置

(1) 列車無線、緊急発報装置

列車無線装置は、運転の保安性を高めるため、本線上の各列車と OCC 間で連絡交信を行う。また、車両基地内では業務の円滑化を図るための連絡交信を行う。

緊急発報装置は、本線上の各列車に対する異常時の対応を行う設備であり、緊急発報機能、緊急列車停止機能により二次的被害を防止する。

(2) 電話設備

電話設備は、PBX（Private Branch eXchange：電子交換機）を用いた業務用電話回線と直通方式による運用指令用電話回線の二つで構成される。各駅の業務用電話は光 LAN（Local Area Network：構内ネットワーク）装置を経由しており、各駅では業務用電話の子機が利用できるほか携帯電話を併用する。

指令用電話は、運転、電力、沿線、転てつ器の 4 系統とし、OCC 間との通話を可能とする。同時に、沿線、転てつ器の系統は業務用電話を併用する。

(3) CCTV

各駅に CCTV カメラを設置し、列車扉・ホームドア扱い確認用としての使用や、ホーム、コンコース等の状況を OCC で監視する。映像の伝送は情報量が多くなるため、映像専用の光 LAN 装置を採用する。また、各駅では自駅の監視ができる。これらの映像は車両基地を含め録画可能である。

(4) 案内放送システム

各駅では列車の接近、到着、出発などの案内放送が行われる。通常の放送は、OCC の運行管理装置経由で放送情報が伝送されるが、OCC または各駅の放送設備から任意の放送が可能となっている。

(5) その他装置

OCC と列車または各駅との間で制御データ・音声データなどの情報を効率よく伝送するための回線に光 LAN 装置を用いる。光ファイバーケーブルは、誘導雑音、雷害、漏話などの雑音の多い環境においても高精度の伝送が行える。

運行管理装置、電力管理装置、車庫管理装置等に時刻情報を配信するタイムサーバー、各駅、車両基地等に設置した子時計等に時刻信号を送る親時計装置等を設置する。



8.2.5 駅設備

AFC (Automated Fare Collection : 自動料金収受システム) として、各駅に自動券売機、自動改札機、窓口処理機を設置して駅サーバーに接続し、駅サーバーは各機器の状態監視や運賃収受の集計処理等を行う。駅サーバーは OCC のセンターサーバーに接続され管理される。

チケットメディアは、改札機を含めたコスト増大の要因となる磁気切符は利用せず、IC (Integrated Circuit : 集積回路) トークン、IC カード、およびスマートフォンを利用した電子マネー決済の導入を見込む。IC メディアの基準としては、鉄道の料金徴収システムに主に用いられ、高いセキュリティー性能を誇る ISO (International Organization for Standardization : 国際標準化機構) / IEC (International Electrotechnical Commission : 国際電気標準会議) 18092 (NFC (Near Field Communication, : 近距離無線通信)、通称タイプ C) に準拠した FeliCa を適用することを提案する。

乗車チケットと決済方法の種類を表 8-3 に示す。

表 8-3 乗車チケット/決済方法の種類

	IC カード、IC トークン (Felica)	スマートフォン決済
イメージ		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> IC チップがカードやトークンに埋め込まれており、入出場履歴や運賃等を記録している プリペイド方式で、乗車券のみならず電子マネーとしても利用可能 決済スピードに優れている 	<ul style="list-style-type: none"> QR (Quick Response, : 高速読み取り) コード決済、Google pay、Apple pay 他 の多様なキャッシュレス決済に対応 クレジットカード情報とリンクすることで、駅でのチャージ等が不要 Felica を用いた IC のシステムに比べると決済スピードが遅い

出典：JICA 調査団

8.2.6 車両基地の検修用設備

主要な検修用設備を表 8-4 に示す。

表 8-4 主要な検修用設備

項番	検修用設備
1	車体洗浄機
2	車体用ジャッキ 6 トン
3	ボギースタンド
4	車体支持スタンド
5	ガントリークレーン
6	電力ケーブル (ステインガー)
7	ホイールタイヤ交換機
8	フォークリフト
9	モービルリフトテーブル

出典：JICA 調査団

8.2.7 その他施設

- ・ 受電変電所
- ・ 倉庫、油貯蔵庫
- ・ 排水処理施設
- ・ 緊急自動車車庫
- ・ その他

8.3 車両・E&M コスト低減案

8.3.1 概要

コスト低減を図るにおいて、列車運転をマニュアルオペレーションとし、自動運転に必要なであった各種設備を簡素化する案等を提案する。

8.3.2 コスト低減案

以降にて、詳細を述べる。

(1) 自動化レベルの定義

コスト低減方法として、列車運転の自動化レベル（以降、自動運転レベルとする。）の見直しを前提に検討する。なお、GOA (Grade of Automation: 自動運転レベル) は、下記の通り IEC にてガイドラインとして定義されている。

自動化グレード定義を表 8-5 に示す。

表 8-5 自動化グレード定義(IEC 62267-1:2009)

列車運転の基本機能		GOA0	GOA1	GOA2	GOA3	GOA4
		目視 列車運転	非自動 列車運転	半自動 列車運転	添乗員 付き自動 列車運転	自動 列車運転
列車の安全 な走行の確 保	安全な進路の確保	X	S	S	S	S
	安全な列車間隔の確保	X	S	S	S	S
	安全な速度の確保	X	X	S	S	S
走行制御	力行及び 制動制御	X	X	S	S	S
軌道の監視	障害物との衝突	X	X	X	S	S
	人との接触防止	X	X	X	S	S
旅客乗降の 監視	旅客用乗降口の扉の制御	X	X	X	X	S
	車両間又はプラットホームと列車との間の人身傷害の防止	X	X	X	X	S
	安全な出発条件の確保	X	X	X	X	S
列車の運転	営業運転の開始及び終了	X	X	X	X	S
	列車状態の監視	X	X	X	X	S
非常事態の 検出及び管 理の確保	列車診断の実行、火災/ 煙の検出、脱線の検出、 非常事態への対応（通報 /避難の監視）	X	X	X	X	S
注記	X：運輸係員の責任（システムによって実現される場合もある） S：システムの責任					
備考	乗務員数	2	2	1	1	0

出典：JICA 調査団

基本案（Base Case）における自動運転レベルはGOA4を想定している。これは、運転士や車掌、係員等の乗務員が無い状態での完全な自動運転を意味する。

コスト低減案（Cost Reduced Case）においては、自動運転レベルを下げることにより、GOA4のような高度な自動運転に必須要件となる設備を排除することで、全体的なコストの低減を図る。

(2) コスト低減案における自動運転レベル

コスト低減案 (Cost Reduced Case) においては、自動運転レベル GOA1 の採用を想定し提案する。これは、1 編成に運転士 1 名のみを乗務させる非自動列車運転での運用を意味する。本システムでは CBTC システムをベースとした移動閉塞方式での列車制御を用いるため、GOA0 は該当しない。GOA2 は、列車運行における基本的な地上/車上の設備構成が GOA4 と変わらないにも関わらず、運転士が乗務することによる人件費がかかり、コスト低減の可能性が低い。また同様に、自動運転を前提とし、主な役割を避難誘導員とした乗務員を搭乗させる GOA3 では、人件費増だけが見込まれ、目的のコスト低減が実現できないことから採用を見送る。

コスト低減案における自動運転レベルを表 8-6 に示す。

表 8-6 コスト削減案における自動運転レベル

	Base Case	Cost Reduced Case
自動運転レベル	GOA4	GOA1

出典：JICA 調査団

(3) 自動運転レベル変更による設備のコストダウン項目

a) ATO 設備の撤去によるコストダウン

自動運転レベル GOA1 を採用することにより、運転士なしの自動運転制御に必須であった ATO 設備が必要なくなる。

ATO 設備には大きく分けて、ATO 地上装置と ATO 車上装置との 2 種類の設備がある。ATO 地上装置は、列車の定位置停止に用いられる ATO 地上用トランスポンダ (地上子) や、ATP 装置とのインターフェイスを担う機器室設備から成り立つ。これらは、駅毎もしくは制御範囲毎の配備が必要となる設備であることから、設備撤去によるコスト低減が見込まれる。

ATO 車上装置としては、地上子とインターフェイスをする ATO 車上用トランスポンダ (車上子) や、列車の加減速制御や定位置停止制御を担う車上 ATO 制御部などから成り立つ。これらは、列車編成毎に必要な装置であるため、地上設備と同様に、設備撤去により列車編成分のコスト低減が見込まれる。なお、この GOA1 を採用する場合の閉塞方式は、CBTC による移動閉塞方式をベースとした車内信号式を想定する。

自動運転レベル変更によるコスト削減項目を表 8-7 に示す。

表 8-7 自動運転レベル変更によるコスト削減項目

GOA1 採用による削減可能項目	
・ ATO 地上設備	× (駅分)
・ ATO 車上設備	× (列車編成分)

出典：JICA 調査団

b) マニュアル運転化による影響

GOA1 の採用により、ホームへの列車定位置停止に用いる地上/車上装置の撤去を提案した。マニュアル運転化による影響として、列車の定位置停止操作をマニュアル操作で実施しなければいけないこととなる。ワンマンでの運転の実現には、ホームへの PSD (Platform Screen Doors: プラットホームスクリーンドア) やホーム柵に準ずるホームドア設備の設置が理想的であり、ホームドアを設置する場合、列車の停止位置は正確である必要がある。完全なマニュアル操作による定位置停止は、運転士の運転スキルに依存する部分が多い。また、正確な定位置停車のスキルは、高密度の定刻列車運行には必要不可欠である。

ATO 設備がない前提で、大きなコストをかけずに定位置停止を支援する仕組みとしては、i) TASC (Train Automatic Stop-position Controller: 定位置停止装置) を導入するという方法や、正確な停止位置を求めない ii) ホームドア (昇降式) を採用するという方法のほか、定位置に停止したことを知らせる仕組みとしての iii) 定位置停止検知システムの導入等も考えられる。

i) 定位置停止装置(TASC)

列車が駅に停車する際に、自動的にブレーキをかけ、ホーム定位置に停止させるための支援装置である。ATO 設備に比べてコストを削減し、列車の定位置停止が実現可能である。

定位置停止装置 (地上装置) を図 8-11 に示す。



図 8-11 定位置停止装置(地上装置)

出典：JICA 調査団

ii) ホームドア(昇降式)

ホーム上に支柱を設備し、列車不在時は支柱間にて降下したバーやロープ等の遮蔽物で線路とホームを隔てる。列車到着時の旅客乗降中は、遮蔽物が上昇し、支柱間はすべてのエリアが解放されるため、列車の停止位置の精度は、其他方式のホームドアに比べると求められない。

昇降式ホームドアを図 8-12 に示す。



図 8-12 昇降式ホームドア(左:降下時、右:上昇時)

出典：新型ホームドア導入検討の手引き～各種開発事例より～（国土交通省鉄道局、2016年12月更新、<https://www.mlit.go.jp/common/001156974.pdf>）

iii) 定位置停止検知システム

ホーム上に取り付けた定位置停止検知センサを用いて、列車が定位置に停止したことを乗務員に通知することで、定位置停止を補助するシステム。日本国内においては、定位置停止検知システムを用いた定位置停止検知をトリガーとした、ホームドアの自動開操作等も実用されている。

定位置停止検知システムを図 8-13 に示す。



図 8-13 定位置停止検知システム

出典：JICA 調査団

(4) 終端駅折り返し方法変更によるコスト削減

終端駅での折り返し方法に、ループ方式を採用することによるコスト削減も考えられる。このループ方式の採用は、終端駅近傍の線路数が2線以上の複線であることを前提とする。

図 8-14 は、島式ホームにおける終端駅のループ方式（左）とシャトル方式（中、右）の線形イメージである（列車は矢印の向きに進行可能）。

ループ方式では、終端駅において進行方向を変えて折り返し運転をする必要がないため、図 8-14 におけるシャトル方式の図中の赤枠内で表現した分岐設備が不要となる。また、上り線も下り線も列車の進行方向が変わらないため、折り返し運転のために運転士が乗降する時間等も必要ないことや、高密度運転に対してもシャトル方式に対して優位がある。

その他、終端駅において、乗車専用ホームと降車専用ホームとを分ければ、スムーズな旅客の乗降につながり、高密度運転やホーム上の安全性向上につながるが、ホームドア設備数が増えるなどのデメリットもある。

なお、片方の終端がループ方式で、もう一端がシャトル方式である場合、1 往復毎に列車の向きが変わることになる。車両基地への入庫において、車両向きをそろえる必要がある場合、基地内に入れ替え線を設ける等の留意が必要である。

ループ方式の採用については、終端駅周辺の用地取得や、土木構造物の建設に必要なコストが増加する可能性があるが、E&M (Electrical and Mechanical : 電気と機械) 分野においてのコスト削減には繋がると考える。

終端駅折り返し方法を図 8-14 に、終端駅ループ方式における乗降ホーム分離イメージを図 8-15 に、片端ループ方式における車両向き入れ替わりイメージを図 8-16 に示す。

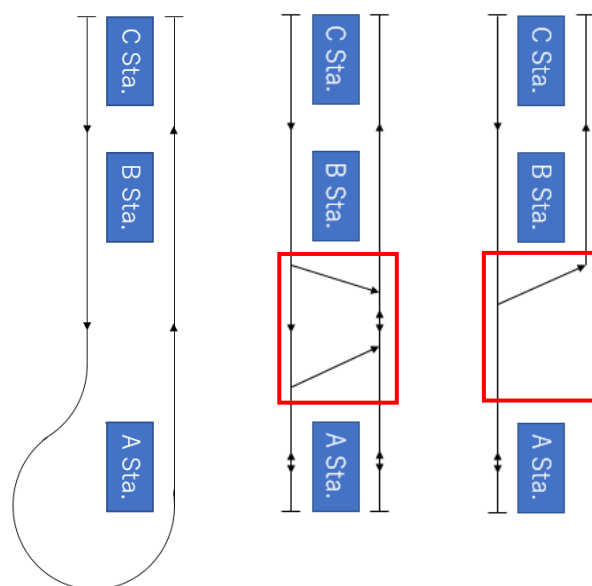


図 8-14 終端駅折り返し方法

(左:ループ方式、中:シャトル方式(渡り線 2)、右:シャトル方式(渡り線 1))

出典: JICA 調査団

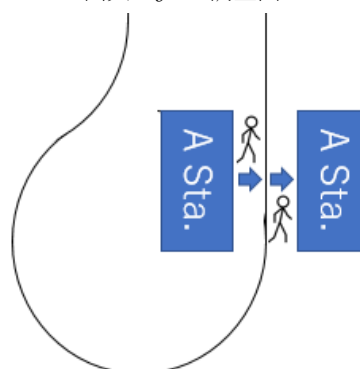


図 8-15 終端駅ループ方式における乗降ホーム分離イメージ

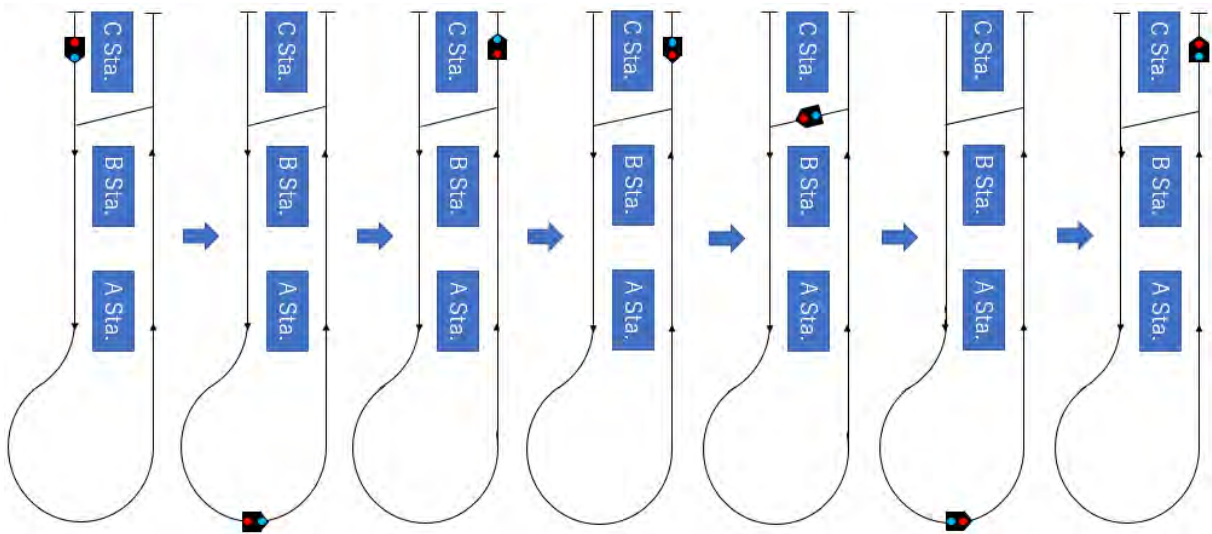


図 8-16 片端ループ方式における車両向き入れ替わりイメージ

出典：JICA 調査団

車両基地入庫における スイッチバック線形イメージを図 8-17 に、車両基地入庫におけるデルタ線線形イメージを図 8-18 に、車両基地入庫における ループ方式線形イメージを図 8-19 に示す。

片端のみループ方式の線形においては、運用によっては編成毎に車両の前後がそろわずに車両基地内へ入線する。入庫時にメンテナンス等の都合により、車両向きを統一する必要がある場合、i) 車両基地内でスイッチバック可能な設備（線形）（図 8-17 赤枠イメージ） ii) 本線上のデルタ線設備、iii) ループ方式での車両基地入出線の設備等の考慮が必要となる。

i) 車両基地内でのスイッチバック

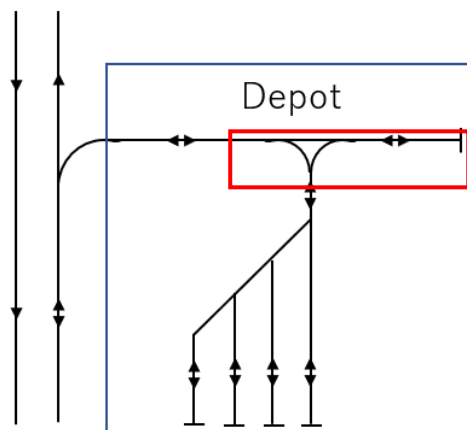


図 8-17 車両基地入庫における スイッチバック線形イメージ

出典：JICA 調査団

ii) デルタ線

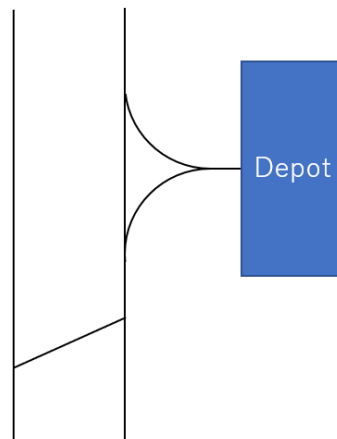


図 8-18 車両基地入庫における デルタ線線形イメージ

出典：JICA 調査団

iii) ループ方式

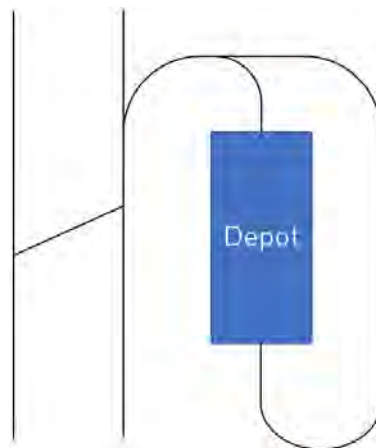


図 8-19 車両基地入庫における ループ方式線形イメージ

出典：JICA 調査団

終端駅での進路変更を図 8-20 に示す。

シャトル方式では、B 駅側から A 駅方に到着した後、B 駅方に列車の進行方向を変える必要がある。(図 8-20②-③) すなわち、A 駅ホーム到着後に運転士が進行方向側に乗り換え出発準備をする必要がある。その後、分岐の転換等の進路鎖錠がとれ次第、列車は B 駅方に進行可能となる。(図 8-20④-⑤)

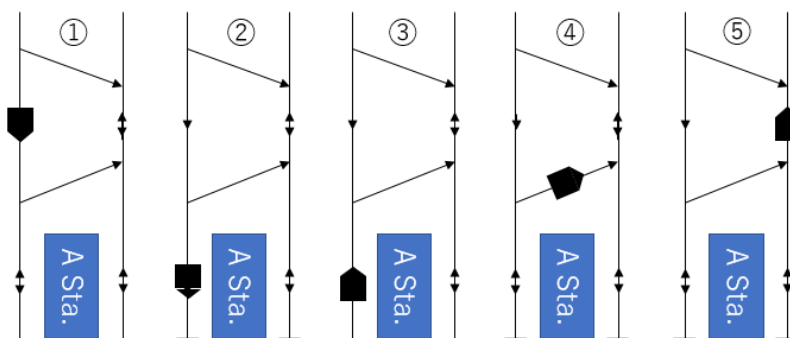


図 8-20 終端駅での進路変更

出典：JICA 調査団

終端駅での進路変更(上：渡り線 1 の例、下：渡り線 2 の例)を図 8-21 に示す。

さらにシャトル方式では、図 8-20(終端駅折り返し方法)で示したとおり、渡り線を 1 本とする案も考えられる。渡り線が 2 本の場合と比べると、分岐設備を半減できる点と、ホームドアや定位置停止装置などのホーム設備数を削減可能となる。ただし、図 8-21 上段④の例の通り先発列車がホームを出るまで後続列車(赤列車)がホーム入線待ちとなるようなシチュエーションが発生するため、推奨しない。図 8-21 下段の例の通り、渡り線が 2 本あれば、A 駅ホームに 2 編成在線することも可能となる。

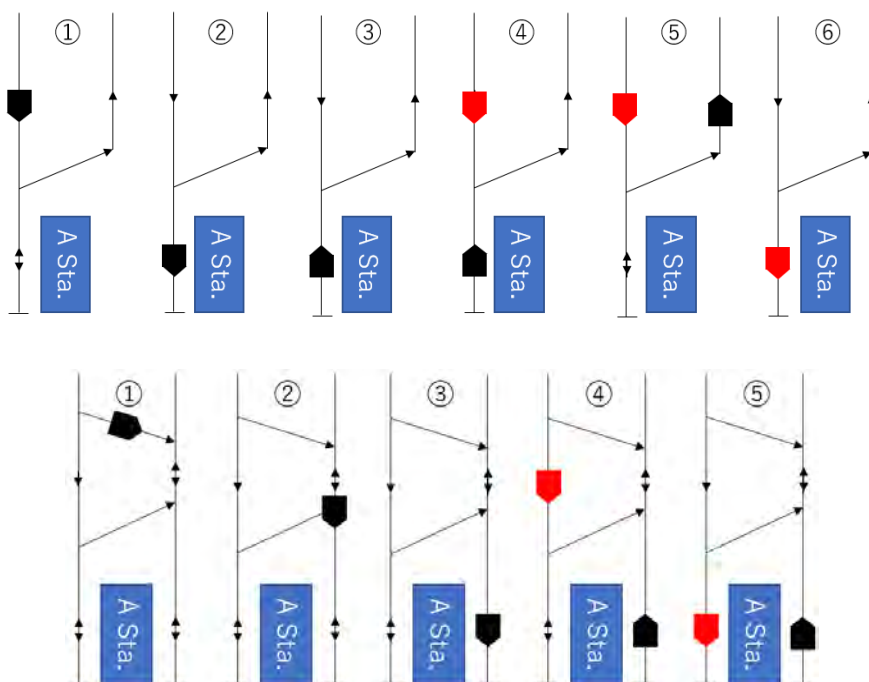


図 8-21 終端駅での進路変更(上：渡り線 1 の例、下：渡り線 2 の例)

出典：JICA 調査団

表 8-8 に、ループ方式とシャトル方式（渡り線数別）に必要な設備数や輸送量、ランニングコストについて比較した表を示す。輸送量については、先に述べた高密度運転の可否によって判断した。また、ランニングコストについては、メンテナンスに特に労力を要する分岐の有無と、その他設備の数から優劣をつけた。

なお、プラットホーム数は、島式（1）とするか相対式（2）とするかに依存する。下表に挙げた設備以外のプラットホーム設備品（旅客案内装置や椅子等の設備）については、採用するプラットホーム形態に依る。

表 8-8 終端駅折り返し方式による比較

		分岐数	ホームドア	TASC	輸送量	ランニングコスト
基本案	シャトル方式	2 式	2 式	2 番線分	△	×
	渡り線 2 本					
コスト 低減案	ループ方式	0 式	2or1 式（注釈）	1 番線分	○	○
	シャトル方式	1 式	1 式	1 番線分	×	△
	渡り線 1 本					

出典：JICA 調査団

注釈：乗車と降車でホームを分ける場合それぞれのホームドアが必要になるため 2 式、分けない場合は 1 式となる。

また、シャトル方式においては、渡り線を終端駅ホームから折り返しの進行方向に向かって内方に設ける（前取式）か、外方に設ける（後取式）かで、オペレーションに違いが生じる。

終端駅での進路変更（左：前取島式、中：後取島式（渡り線 2）、右：後取島式（渡り線 1））を図 8-22 に示す。

前取式は、前述した列車の進路方向変更の通り、終端駅ホーム到着前に折り返しの出発番線側に渡り、進路変更の後に折り返すことが可能な方式である。

後取式は、終端駅ホームで乗客が降車した後、さらに線路終端側に進行し、設けられた渡り線を走行し折り返し運転を実現する。乗客は分岐を伴う渡り線を通行することが無いため、揺れや振動が少なく快適な乗り心地を実現できることや、乗客の乗車と降車の番線を固定できるなどのメリットがある。一方、折り返し運転の前段では、運転士が運転台の移動をすることになるが、車両間の貫通路が無い場合は一度車両外に出る必要がある。その場合には運転士用の乗降場所を設ける必要もある。

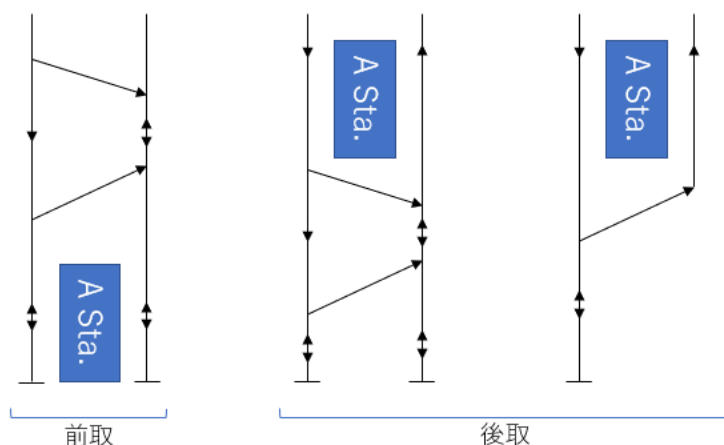


図 8- 22 終端駅での進路変更(左:前取島式、中:後取島式(渡り線 2)、右:後取島式(渡り線 1))

出典：JICA 調査団

相対式ホームでの前取式と後取式のイメージ (左：前取式、右：後取式) を図 8-23 に示す。

前取を採用する場合、プラットホーム形状としては通常、島式を採用する。これは、前取を採用した場合、到着番線や出発番線が列車によって変わるが、相対式ホームは、番線によりホーム距離が離れることになり、乗客の利便性が大きく低下するためである。もし乗客がホームの選択を誤った場合、あるいは乗り遅れた場合は、階段や頭端式ホームを長い距離歩き、別ホームの先発列車に乗る必要がある。あるいは先発列車への乗車をあきらめて、現在のホームで次発列車を待つことも可能である。

一方、後取方式では、到着番線と出発番線を完全に分離することが可能なため、相対式でも問題は生じない。また、後取式では、プラットホーム形状に依らず、乗車ホームと降車ホームを分離でき、乗客にやさしく、ホームの混雑緩和にもつながるというメリットもある。

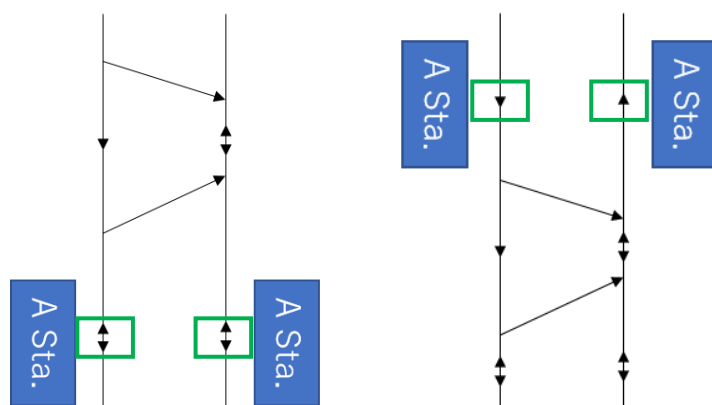


図 8- 23 相対式ホームでの前取式と後取式のイメージ(左:前取式、右:後取式)

出典：JICA 調査団

(5) プラットホーム形態によるコストへの影響

プラットホーム形態による設備の違いを図 8-24 に示す。

プラットホームの形態には、主に島式と相対式とがある。これは、線路数が 1 線式でも 2 線式でも同様である。これまで述べてきたプラットホームにおける E&M 分野の関連設備としては、ホームドア設備や定位置停止装置があるが、これら設備は島式、相対式どちらにおいても必要となる員数に差はない（図 8-24 緑枠イメージ）。しかし、島式のプラットホームにおいては、上記に挙げた設備を除く一部の設備を、上下線で共通化することでコスト削減が可能であると考える。島式プラットホームにおける E&M 設備コスト削減項目を表 8-9 に示す。

なお、前述したとおり、終端駅においては、前取式を採用するか、後取式を採用するかによって、プラットホーム形態に制約が発生する可能性がある。

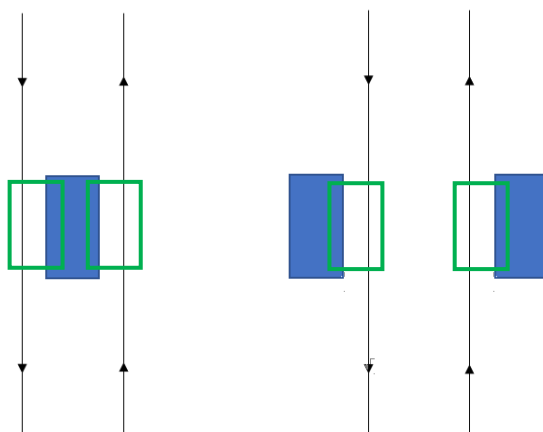


図 8-24 プラットホーム形態による設備の違い（左：島式、右：相対式）

出典：JICA 調査団

表 8-9 島式プラットホームにおける E&M 設備コスト削減項目

上下線で設備共通化可能と思われる項目
<ul style="list-style-type: none"> ・ 旅客案内表示システム ・ 旅客案内放送用システム ・ CCTV ・ 上記に関連する通信用設備

出典：JICA 調査団

(6) ホームドアタイプ変更によるコスト削減

前述したとおり、ワンマンでの列車運行には、プラットホームへのホームドアの設置が理想的であるが、ホームドアを設置しないという選択以外の方法として、ホームドアタイプを変更することにより、コスト削減が可能である。しかし、コストを下げると安全性も低下する傾向にある。ATO による自動運転でない場合、ホームドアは運転士による開閉操作が必要となるが、固定式ホーム柵には稼働部がないため、開閉操作は必要ない。

ホームドアタイプによるコスト削減を表 8-10 に、各種ホームドアイメージ図 8-25 に示す。

表 8-10 ホームドアタイプによるコスト削減

	ホームドア タイプ	コスト (注釈 1)	TASC 設置	安全性 (注釈 2)	ドア開閉 操作
基本案	PSD	5	望ましい	5	必要
コスト 低減案	可動式ホーム柵 (ハーフタイプ)	4	望ましい	4	必要
	昇降式ホーム柵	3	不要	3	必要
	センサ付き 固定式ホーム柵	2	望ましい	2	不要
	設置しない	1	不要	1	不要

出典：JICA 調査団

注釈 1: 数値が高いほどコストが高い

注釈 2: 数値が高いほど安全性が高い



図 8-25 各種ホームドアイメージ(左上:PSD、右上:可動式ホーム柵、下:固定式ホーム柵)

出典：JICA 調査団

9. 施工計画

9.1 基本方針

9.1.1 施工方法

インフラ整備における施工計画を立案する上での各工法は、現地状況を基に、既往実施・資料を参考として、表 9-1 に示す工法を用いる事を基本とした。

表 9-1 施工方法

工 種		工 法
上部工	PCT 桁	・架設桁架設工法
	PC 箱桁	・スパンバイスパン工法 ・片持ち架設工法
下部工	軀 体	・場所打ち工法（鉄筋組立・型枠設置・コンクリート打設）
	杭基礎	・アースドリル工法
	土 工	・鋼矢板締切り工法

出典：JICA 調査団

9.1.2 工事工程

インフラ整備における土木構造物の工程計画は、現地 MRT の実績と、日本国内での施工実績より各工種の基本工期（日数）を、表 9-2 に示す値とした。

表 9-2 施工日数算定値

工 種		工 法	細目	単位	日数算定値
上部工	PCT 桁	・架設桁架設工法	—	1 連/日	3
	PC 箱桁	・スパンバイスパン工法 ・片持ち架設工法	—	1 連/日	5
下部工	軀 体	・場所打ち工法	鉄筋組立	t/日	6
			支保工	空m ³ /日	100
			型枠	m ² /日	32
			コンクリート打設	日	4
	杭基礎	・アースドリル工法	杭打設	本/日	0.66
	土 工	・鋼矢板締切り工法	鋼矢板打設	枚/日	24
			鋼矢板引抜	枚/日	34
床付け掘削			m ³ /日	220	

出典：JICA 調査団

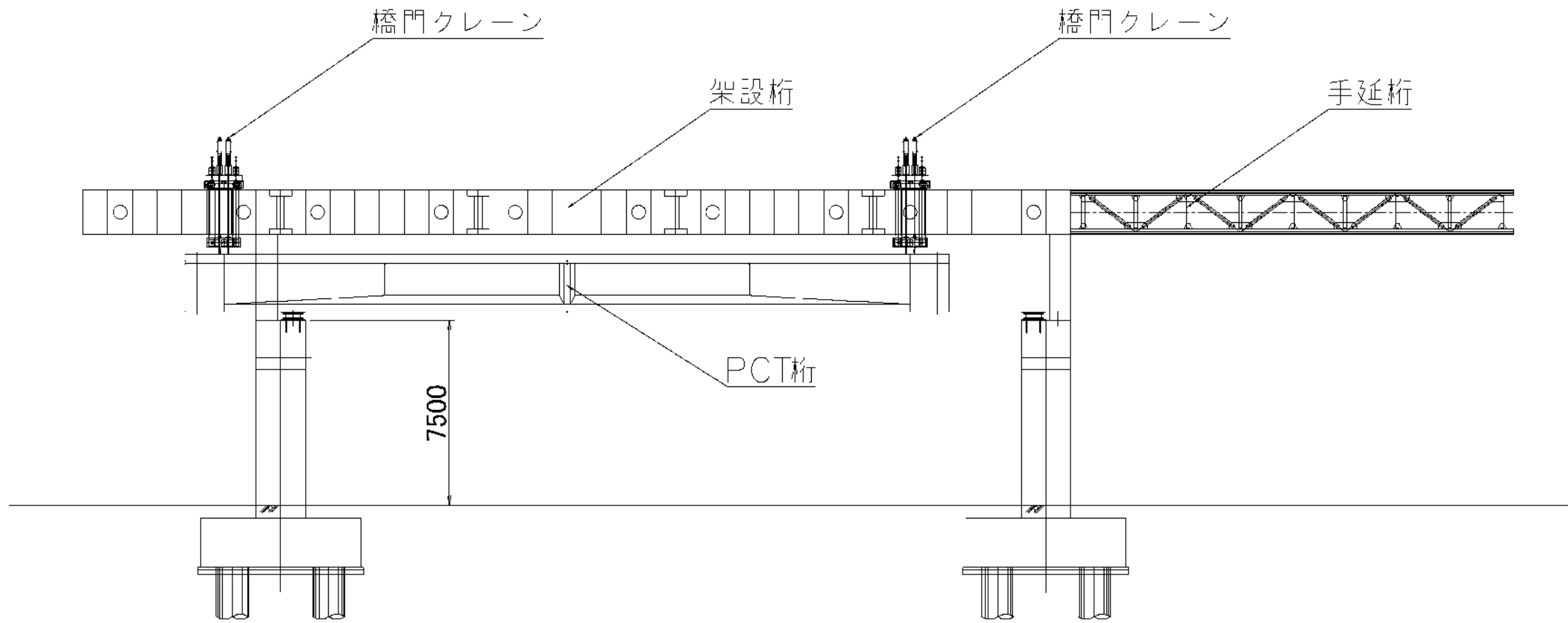
9.2 施工計画図

9.2.1 上部工施工計画図

次頁以降に標準部の PCT 桁架設計画図と、PC 箱桁架設計画図を示す。

PCT 桁は架設桁架設工法（図 9-1）、PC 箱桁については、一般部のスパンバイスパン工法（図 9-2）と高速道路横断部の片持ち架設工法（図 9-3）での計画図を示す。

縦断図



平面図

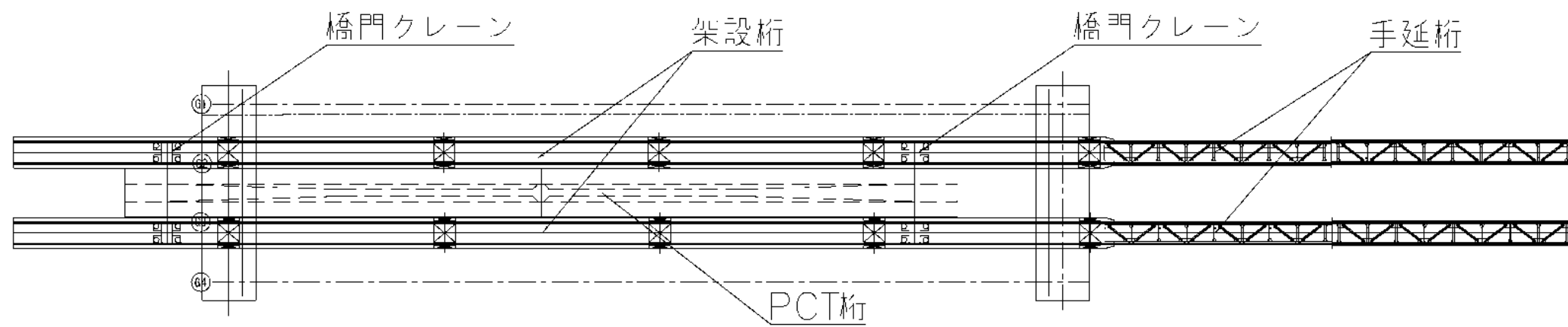


図 9-1 架設桁架設工法

出典：JICA 調査団

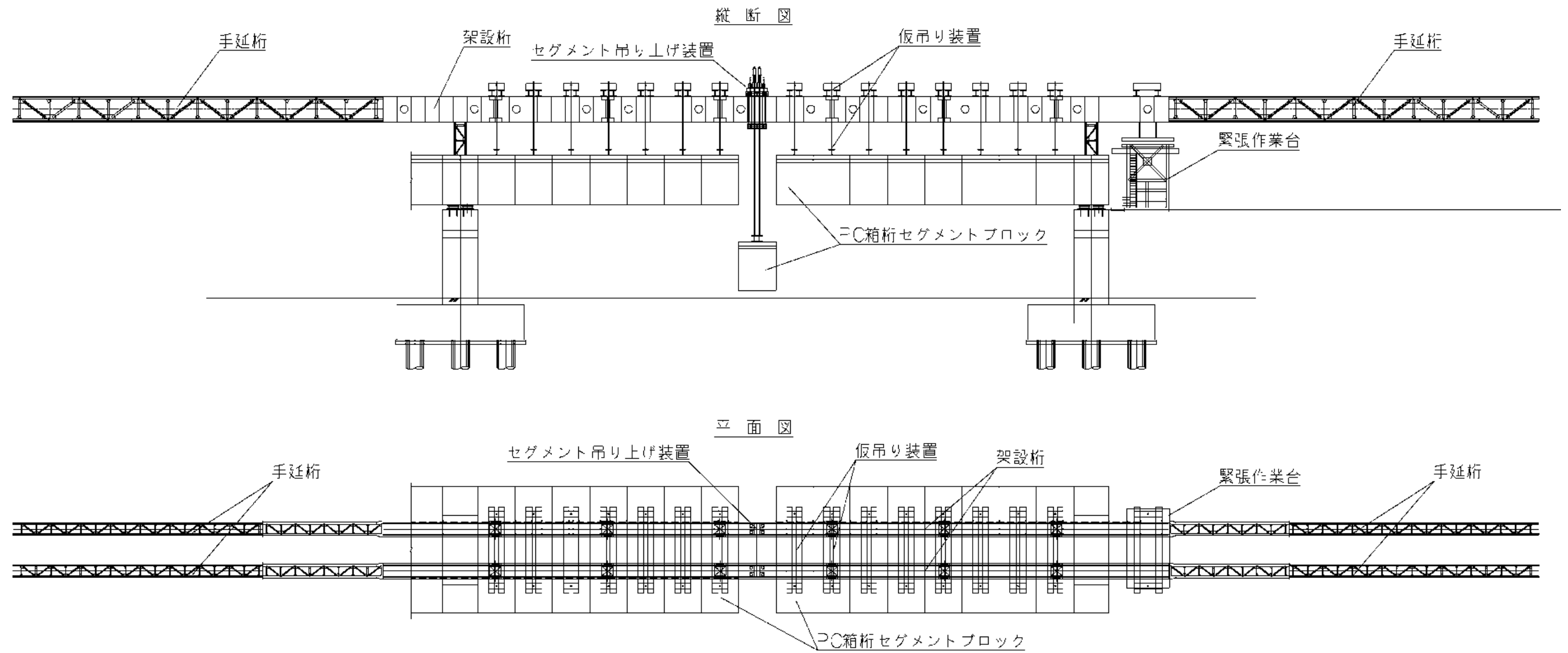


図 9-2 スパンバイスパン工法

出典：JICA 調査団

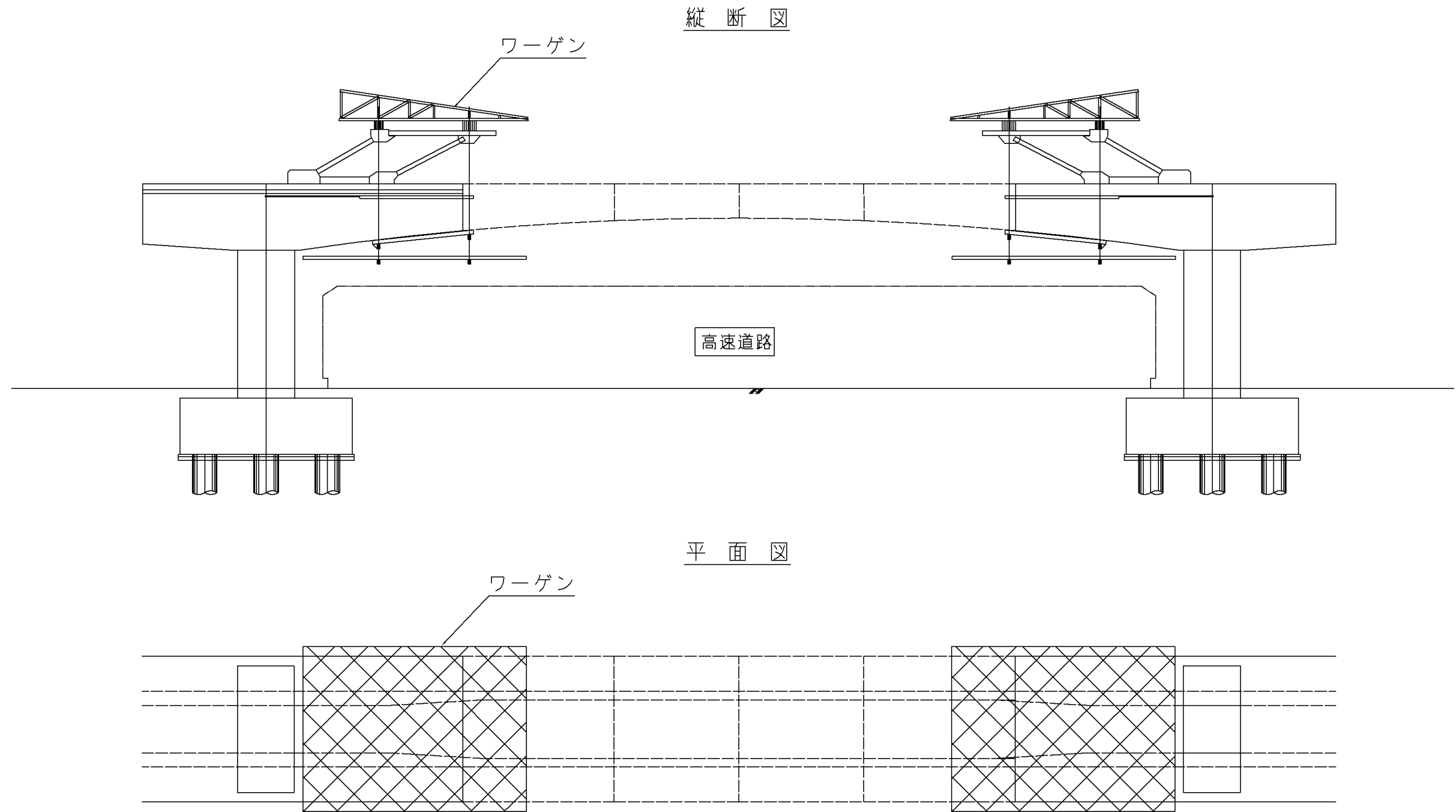


図 9-3 片持ち架設工法

出典：JICA 調査団

9.2.2 下部工施工計画図

基礎杭打設工計画図と下部工躯体構築計画図を図 9-4 に示す。

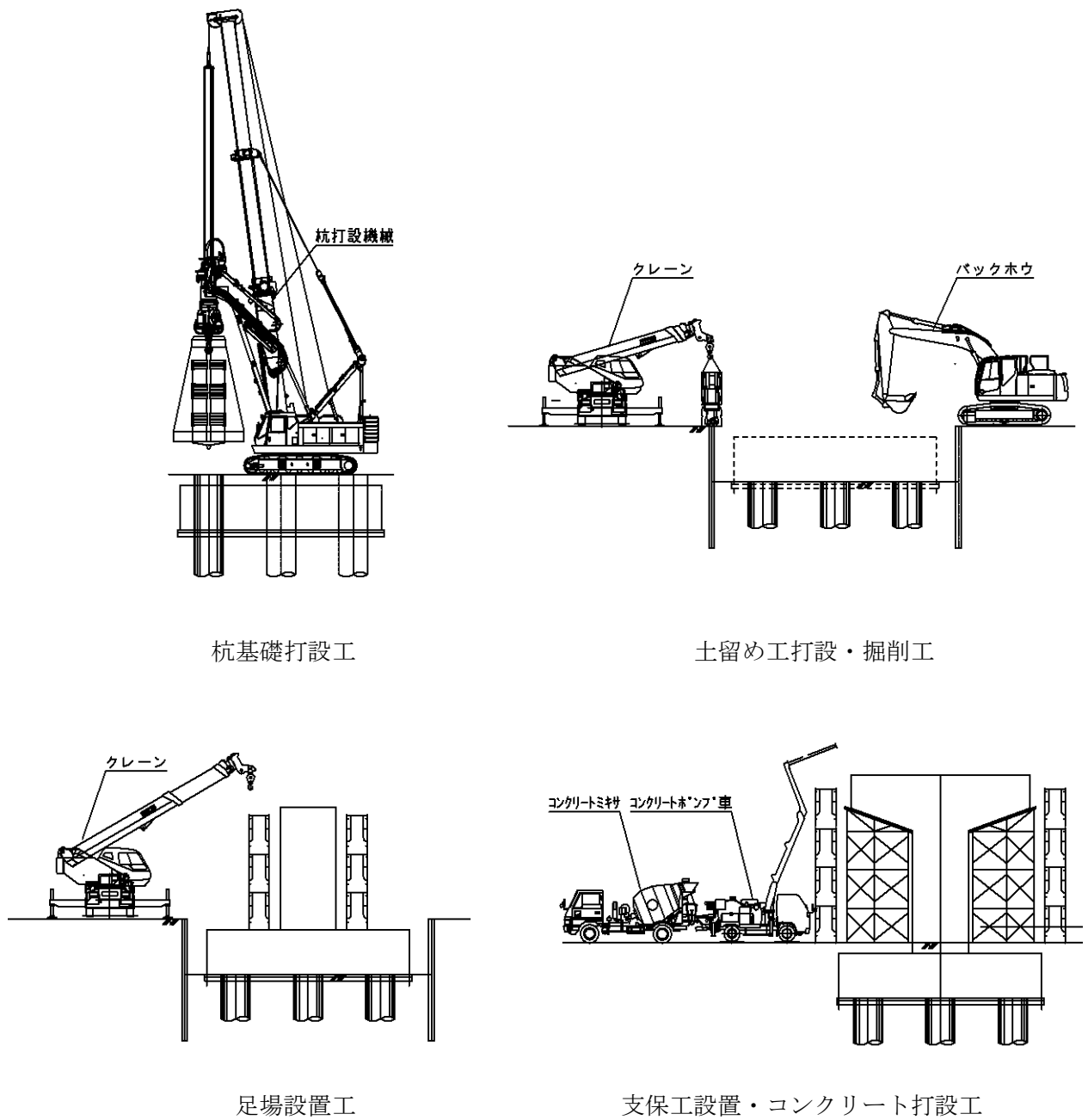


図 9-4 下部工施工図

出典：JICA 調査団

9.3 施工工程

ここでは、インフラ整備の施工工程の立案を行う。

9.3.1 基本思想

3工区に分割し、各年度で施工開始を行う（図 9-5 参照）。

- ・ 1工区：Lemah Abang St. ~ Marketing Gallery Jababeka St.
- ・ 2工区：Marketing Gallery Jababeka St. ~ KM34 St.
- ・ 3工区：KM34 St. ~ Lippo Cikarang St.

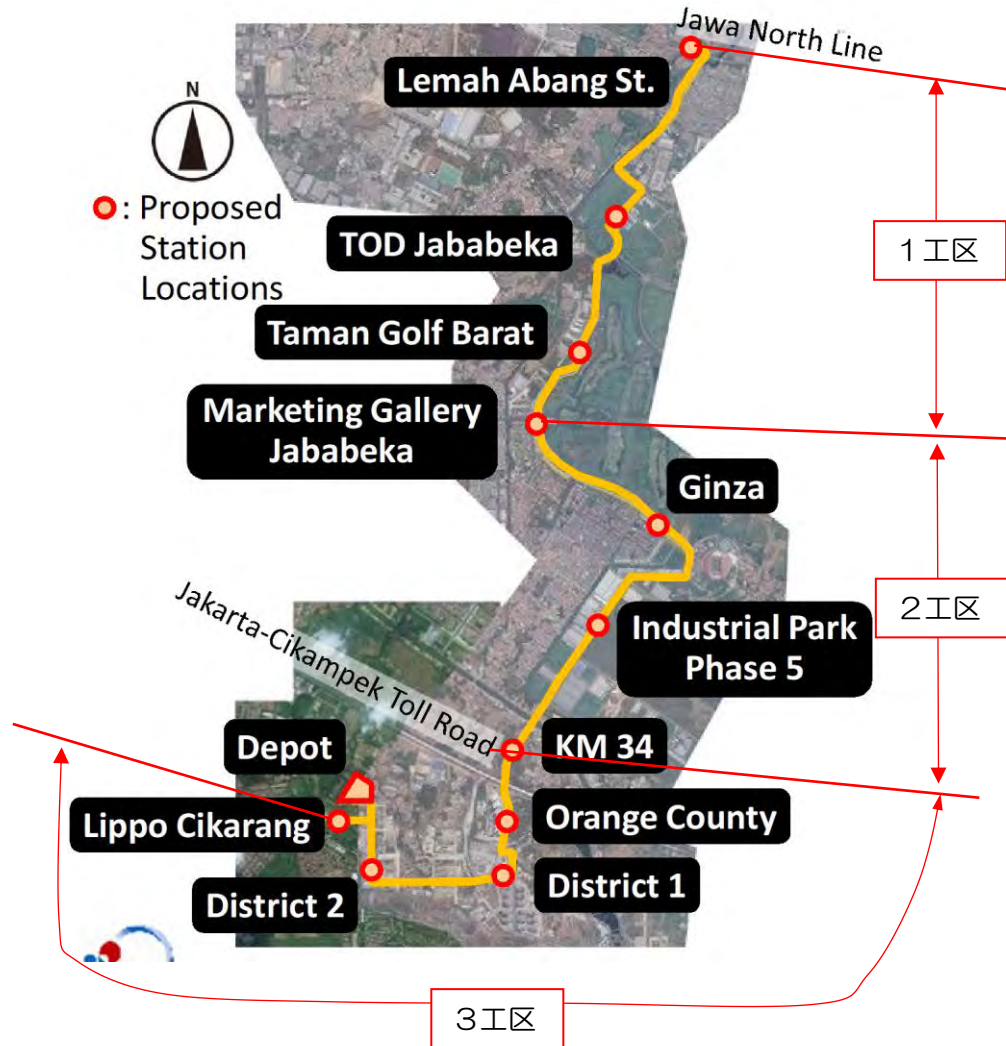


図 9-5 工区分け計画図

出典：JICA 調査団

軌道工事は、土木躯体工事終了後に全線で行う。

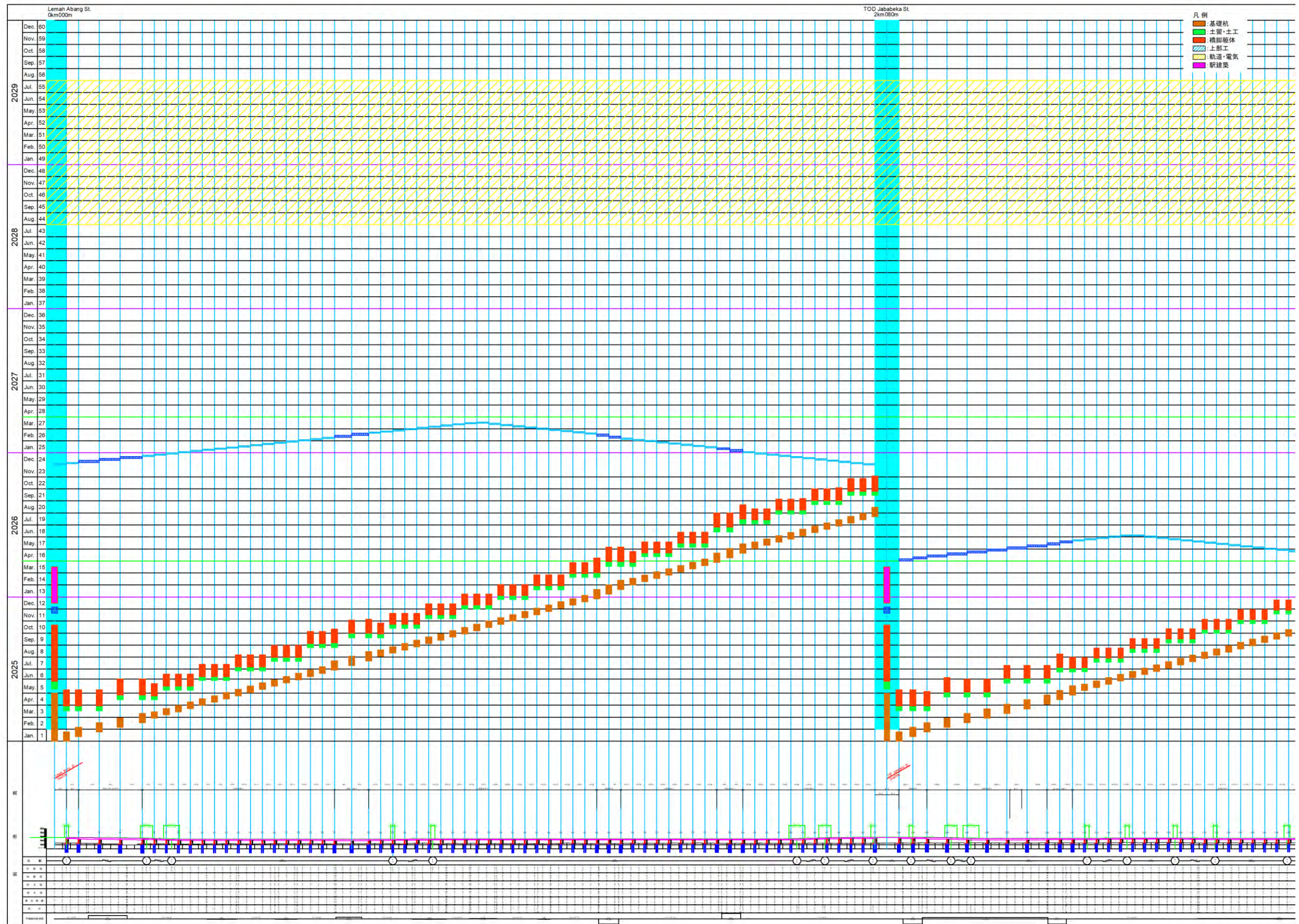
9.3.2 施工工程表

次頁以降に全体施工工程表（表 9-3～表 9-7）を示す。

全体工程の基本構成（施工順序）は下記としている。

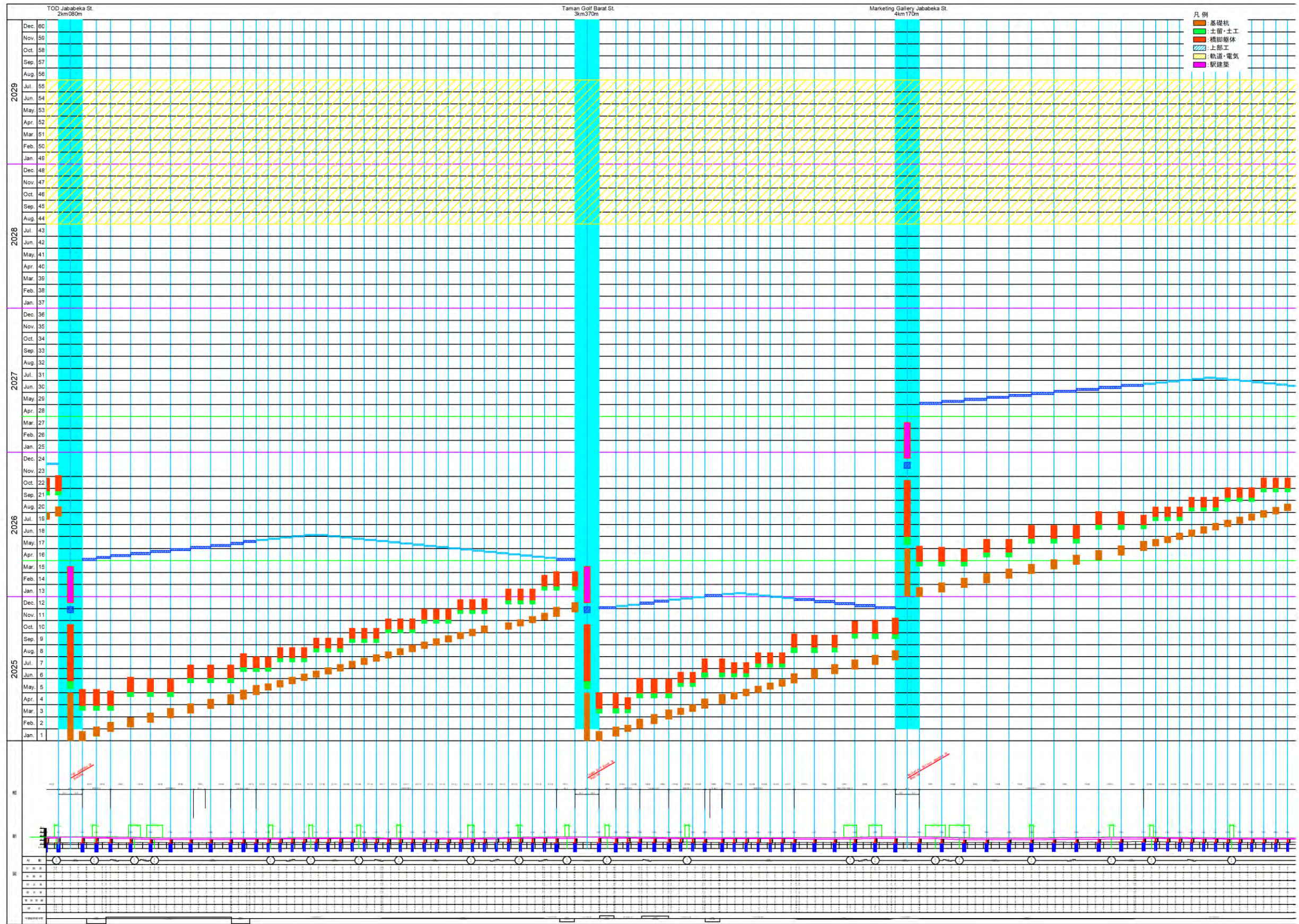
- ① 基礎杭工（茶）→② 土留め工・土工（緑）→③ 橋脚躯体工（赤）
- ④ 上部工（青）→⑤ 駅舎建築工（マゼンタ）→⑥ 軌道工事（黄）

表 9-3 全体施工工程表



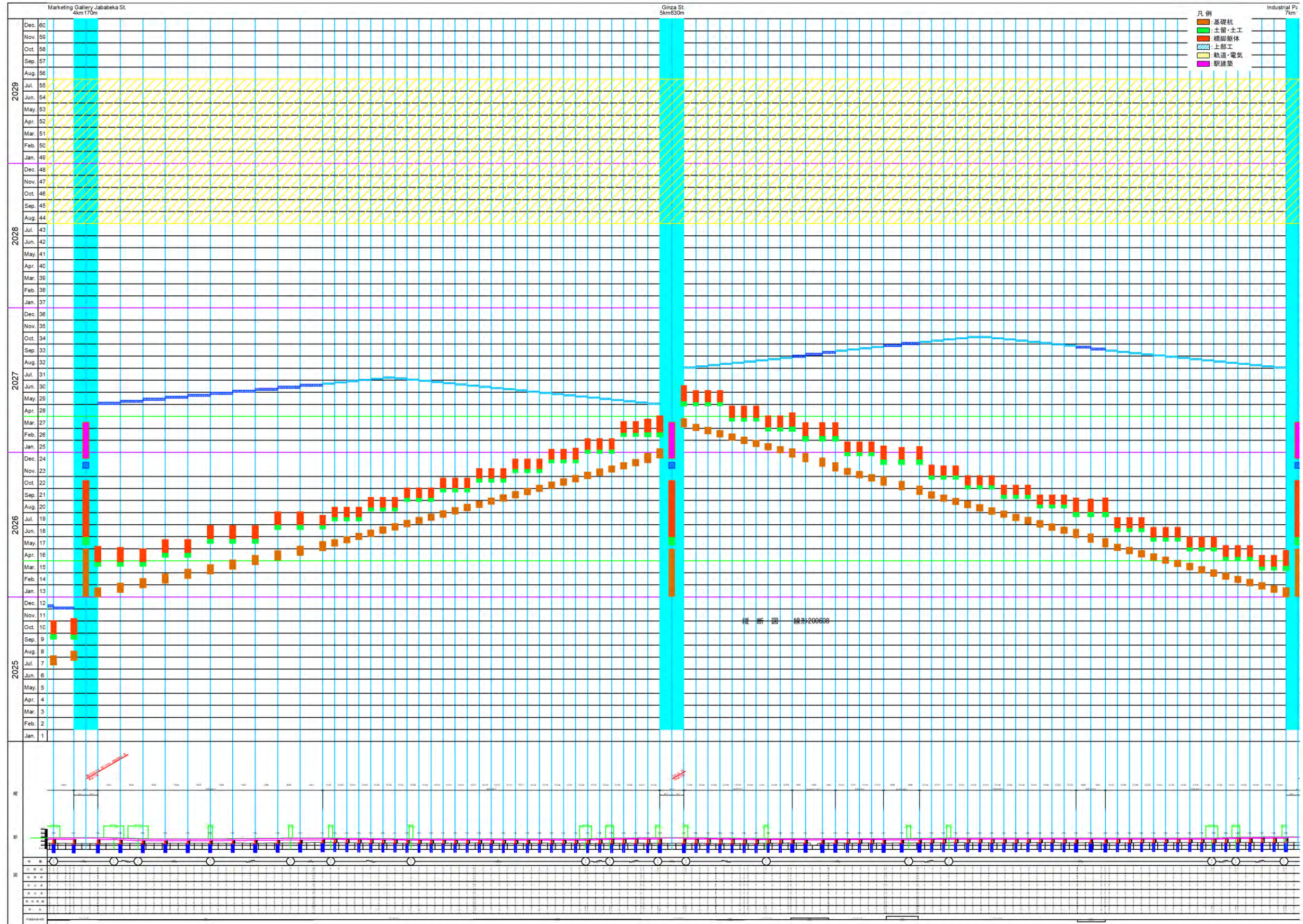
出典：JICA 調査団

表 9-4 全体施工工程表



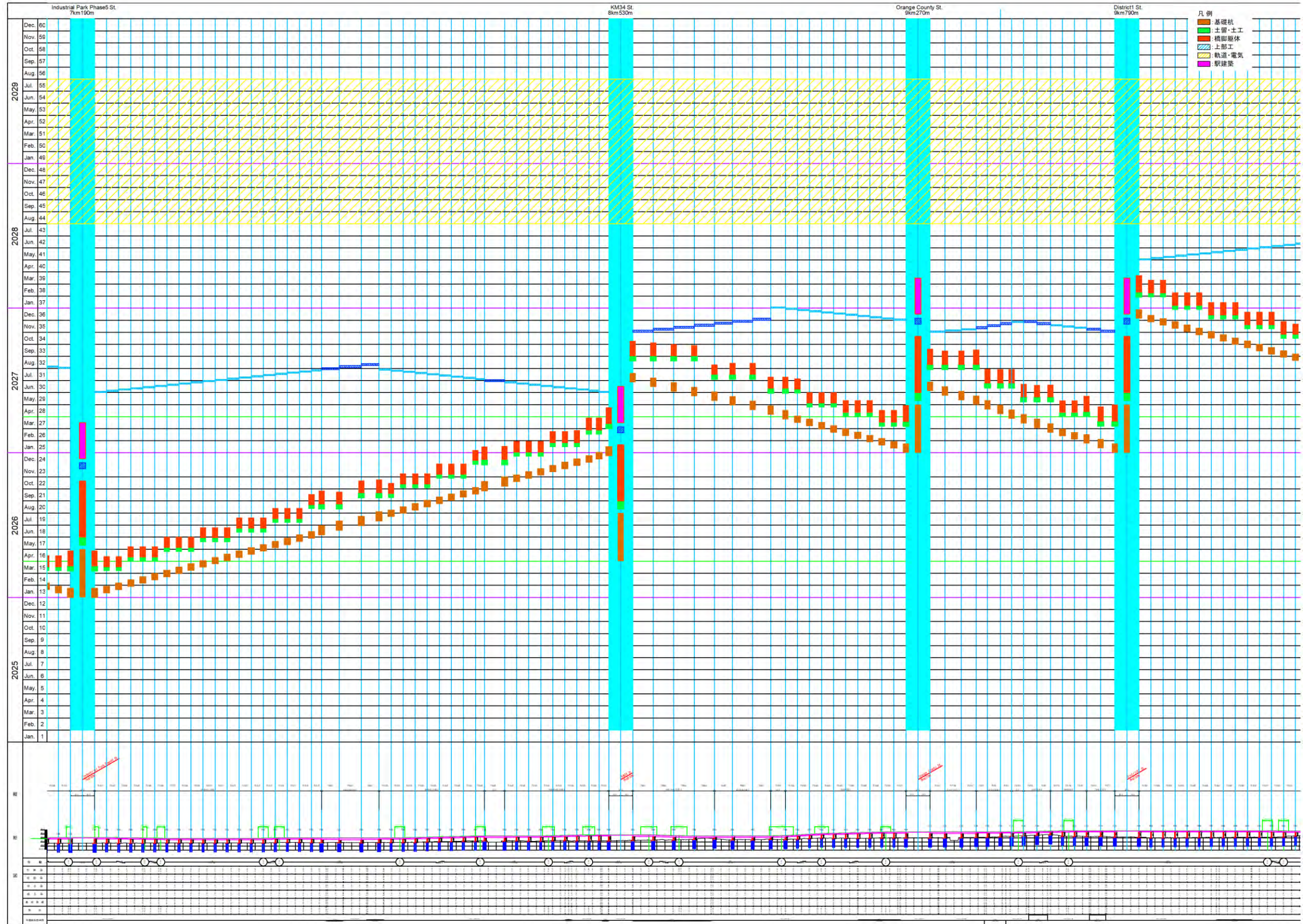
出典：JICA 調査団

表 9-5 全体施工工程表



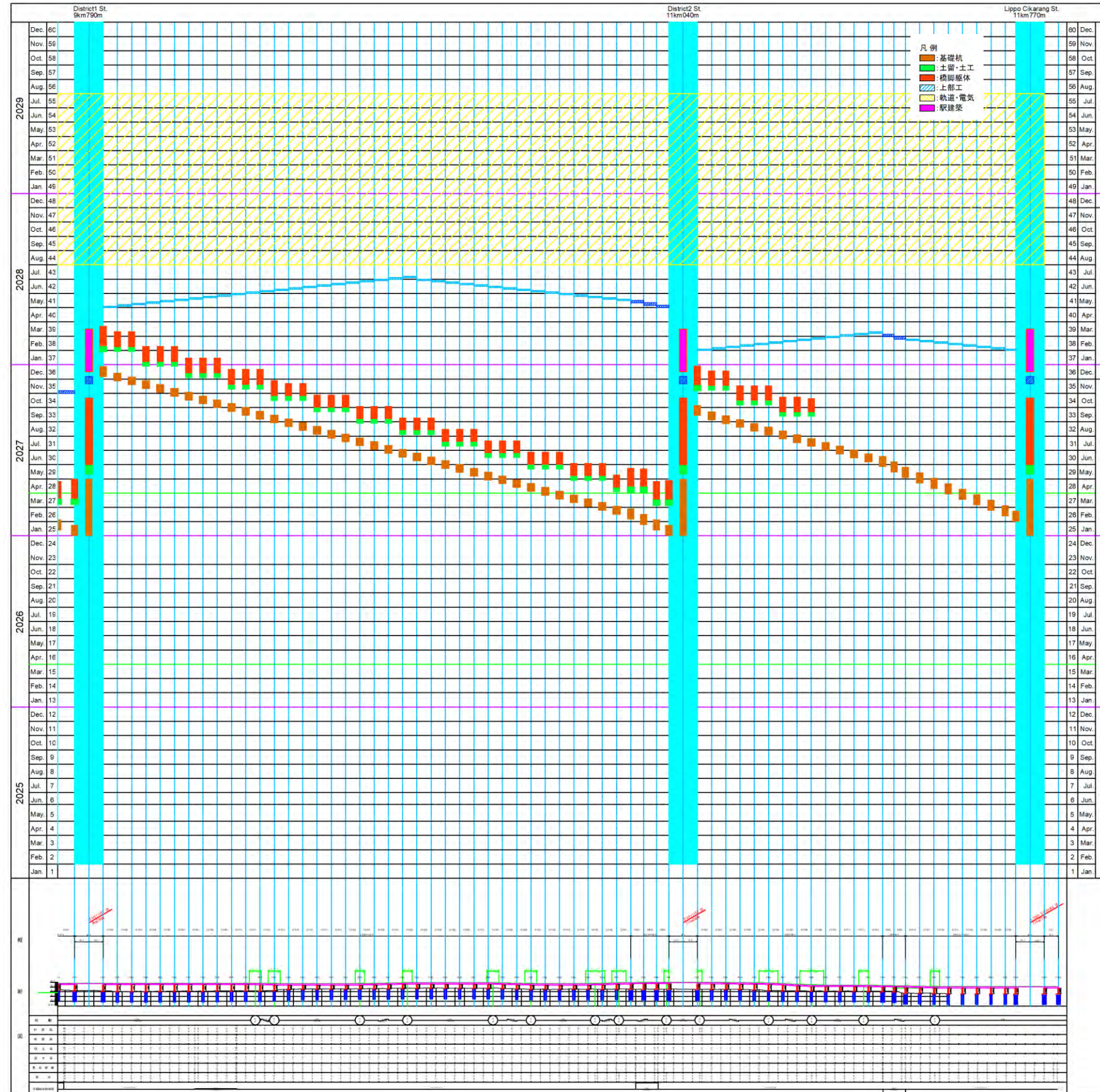
出典：JICA 調査団

表 9-6 全体施工工程表



出典：JICA 調査団

表 9-7 全体施工工程表



出典：JICA 調査団

10. 事業費積算

10.1 基本ケース

10.1.1 事業費の概要

事業費は、土木工事費、車両費、E&M システム工事費等、AGT の建設工事費と、その他費用として用地費、コンサルタント費、予備費から構成される。また、将来の需要増加に伴い、増備する車両費と、それに伴う建設工事費（車両基地内の留置線増設工事等）を追加年次に計上する。

建設費の工事単価は、より経済的な施工方法やフェーズ 1 調査での配分割合等を考慮し、インドネシア内での資機材調達事情に基づいて内貨と外貨に分ける。

なお、事業費の年次配分は、VAT (Value Added Tax : 付加価値税) を加算して行う。

(1) 土木工事費

土木工事費は建設準備費、高架橋・上部構造物費、同下部構造物費、駅舎工事費、車両基地建設費、環境対策費から構成する。

フェーズ 1 調査では、「インドネシア・チカラン複合都市新交通システム導入計画調査 報告書（経済産業省、2012 年 2 月）」の時の工事単価をレビューし、当時施工中であった「ジャカルタ都市高速鉄道南北線建設事業（フェーズ 1）」の建設費（入札金額）を参考に設定した。本調査では、同事業の建設費の実績をもとに、AGT の構造物サイズにあわせて調整して設定する。

加えて、高架橋（本線・駅部）の概略工事数量は、線形計画に合わせた桁長や橋脚高さ等の構造物計画を行った上で算出する。なお、杭基礎の本数や長さは、同事業の実績やヒアリング等により想定する。

(2) E&M システム及び車両費

電気設備、信号・通信設備、車両検修設備等の E&M システム工事費は、過去の類似事例や同様の性能を有する近年の他国のプロジェクトにおける実績をもとに、工事単価を設定する。

また、車両費は、車両を日本で製造し、インドネシアに輸出する計画として積算する。車両数は、本調査の路線計画と需要予測（運賃 9,000 IDR (65 円) の場合) に基づいて運行計画を検討した結果に反映する。

(3) 用地費

AGT のルートは既存又は今後建設予定の道路の上空を活用して建設することから、建設費としては車両基地用地分（約 4ha）の用地費のみを計上する。

(4) コンサルタント費

事業体による事業の遂行を支援するコンサルタント費として、土木工事費と E&M システム及び車両費の合計の 5%を外貨、内貨に分けて計上する。

(5) 予備費

予備費として、建設費及びコンサルタント費（用地費を除く）の 5%を計上する。

(6) 付加価値税

インドネシアの規定に準拠し 10%とする。

10.1.2 事業費の算出結果

基本ケースの概算事業費の概要を表 10-1 と表 10-2 に示す。

初期建設費は 12.64 trillion IDR (919 億円)、追加建設費は 0.35 trillion IDR (25 億円)、建設費の総計は 12.98 trillion IDR (944 億円) が見込まれる。

表 10-1 概算事業費[基本ケース]の概要【IDR 換算】

(単位 : billion IDR)

項目	2024 年～2027 年 (初期建設費)			2028 年～2047 年 (追加建設費)			合計 (建設費総計)		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
(1) 土木工事費	683	3,472	4,156	3	18	21	686	3,491	4,177
(2) E&M/車両費	4,883	1,296	6,180	264		264	5,147	1,296	6,444
(3) 土木・E&M 計	5,567	4,769	10,335	267	18	285	5,834	4,787	10,621
(4) 用地費		101	101					101	101
(5) コンサルタント費	278	238	517	13	1	14	292	239	531
(6) 予備費	292	250	543	14	1	15	306	251	558
(7) 建設費合計	6,137	5,359	11,496	295	20	315	6,432	5,379	11,811
(8) 付加価値税	614	526	1,139	29	2	31	643	528	1,171
(9) 事業費総計	6,751	5,885	12,636	324	22	346	7,075	5,907	12,982

出典 : JICA 調査団

注釈 1 : 上表に示す事業費は、将来のインフレと物価上昇は考慮していない。

注釈 2 : 用地費には車両基地用地費のみを計上する。

注釈 3 : コンサルタント費、予備費、付加価値税は次の方法により算出する。

コンサルタント費 = (3) × 5%、予備費 = ((3) + (5)) × 5%、付加価値税 = ((3) + (5) + (6)) × 10%

表 10-2 概算事業費[基本ケース]の概要【日本円換算】

(単位：百万円)

年 項目	2024年～2027年 (初期建設費)			2028年～2047年 (追加建設費)			合計 (建設費総計)		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
(1) 土木工事費	4,968	25,252	30,220	23	131	155	4,991	25,384	30,375
(2) E&M/車両費	35,512	9,428	44,940	1,920		1,920	37,432	9,428	46,860
(3) 土木・E&M 計	40,480	34,680	75,160	1,943	131	2,075	42,423	34,811	77,235
(4) 用地費		737	737					737	737
(5) コンサルタント費	2,024	1,734	3,758	97	7	104	2,121	1,741	3,862
(6) 予備費	2,125	1,821	3,946	102	7	109	2,227	1,828	4,055
(7) 建設費合計	44,630	38,971	83,601	2,142	145	2,287	46,772	39,116	85,888
(8) 付加価値税	4,463	3,823	8,286	214	14	229	4,677	3,838	8,515
(9) 事業費総計	49,092	42,795	91,887	2,357	159	2,516	51,449	42,954	94,403

出典：JICA 調査団

注釈 1：上表に示す事業費は、将来のインフレと物価上昇は考慮していない。

注釈 2：用地費には車両基地用地費のみを計上する。

注釈 3：コンサルタント費、予備費、付加価値税は次の方法により算出する。

$$\text{コンサルタント費} = (3) \times 5\%、\text{予備費} = ((3) + (5)) \times 5\%、\text{付加価値税} = ((3) + (5) + (6)) \times 10\%$$

10.2 コスト削減ケース

10.2.1 コスト削減の検討

概算事業費を削減する方策として、次の内容を検討する。

- ・ 一部区間で高架橋から盛土構造への変更（図 10-1 及び図 10-2 参照）
→道路中央部の幅員や交差道路の有無等から図 10-3 に示す 3 区間を選定
※ただし当該区間では AGT の構造物により地域が分断される点に注意が必要である
- ・ 高架駅におけるコンコース階の削減（図 10-4 参照）
- ・ 駅設備の大幅な簡素化 PSD・EV (Elevator:エレベータ)・ESC (Escalator:エスカレータ) の削減、図 10-4 参照
- ・ 有人運転化による車両費及び信号・通信設備費の削減
- ・ 車両数の削減

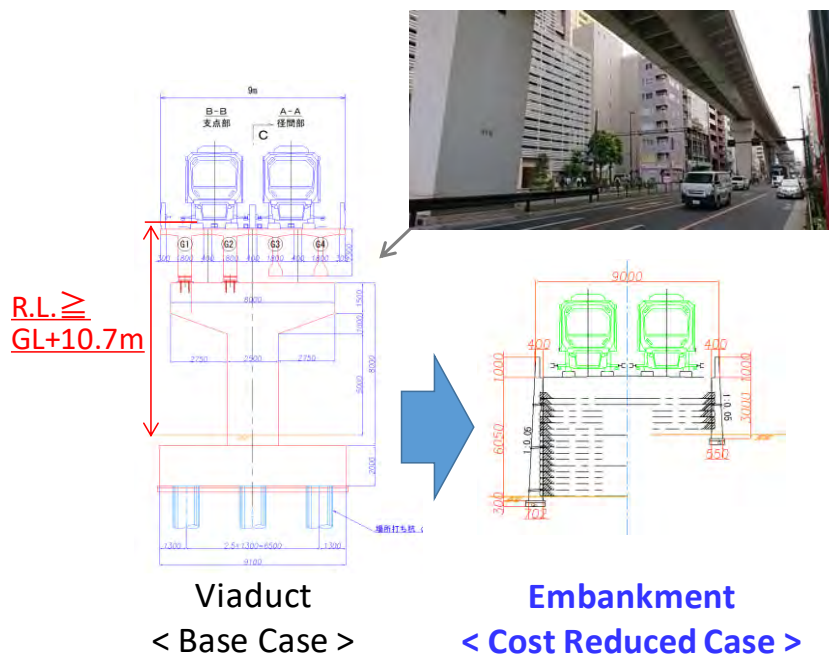


図 10-1 高架橋から盛土構造への変更イメージ(横断面図)

出典：JICA 調査団

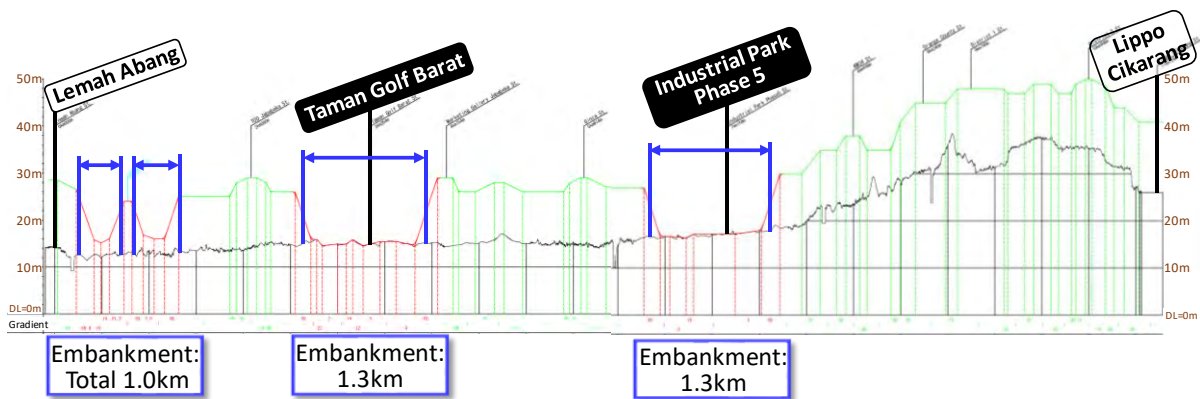


図 10-2 高架橋から盛土構造への変更イメージ(縦断面図)

出典：JICA 調査団

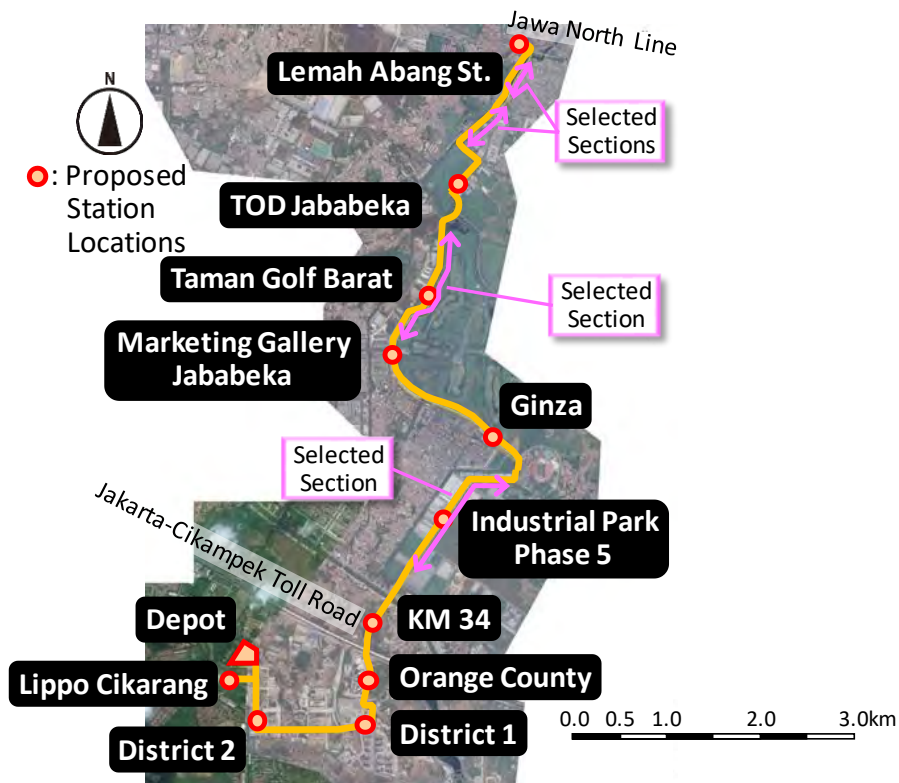


図 10-3 高架橋から盛土構造へ変更する区間の位置図

出典：JICA 調査団

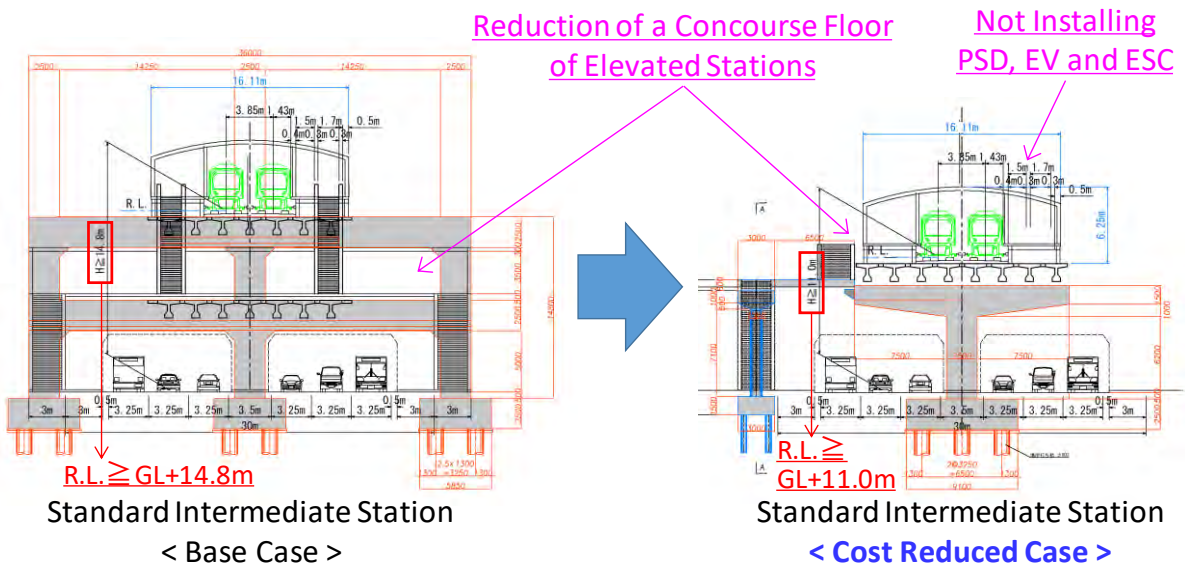


図 10-4 高架駅におけるコンコース階の削減と駅設備の簡素化のイメージ

出典：JICA 調査団

10.2.2 事業費の算出結果

コスト縮減ケースの概算事業費の概要を表 10-3・表 10-4 に示す。

初期建設費は 10.69 trillion IDR (777 億円)、追加建設費は 0.33 trillion IDR (24 億円)、建設費の総計は 11.02 trillion IDR (801 億円) が見込まれる。

表 10-3 概算事業費[コスト縮減ケース]の概要【IDR 換算】

(単位 : billion IDR)

年 項目	2024 年～2027 年 (初期建設費)			2028 年～2047 年 (追加建設費)			合計 (建設費総計)		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
(1) 土木工事費	506	2,643	3,148	4	21	25	509	2,664	3,173
(2) E&M/車両費	4,333	1,247	5,580	251		251	4,584	1,247	5,831
(3) 土木・E&M 計	4,839	3,890	8,728	255	21	276	5,093	3,911	9,004
(4) 用地費		101	101					101	101
(5) コンサルタント費	242	194	436	13	1	14	255	196	450
(6) 予備費	254	204	458	13	1	14	267	205	473
(7) 建設費合計	5,335	4,390	9,724	281	23	304	5,615	4,413	10,028
(8) 付加価値税	533	429	962	28	2	30	562	431	993
(9) 事業費総計	5,868	4,819	10,687	309	26	334	6,177	4,844	11,021

出典 : JICA 調査団

注釈 1 : 上表に示す事業費は、将来のインフレと物価上昇は考慮していない。

注釈 2 : 用地費には車両基地用地費のみを計上する。

注釈 3 : コンサルタント費、予備費、付加価値税は次の方法により算出する。

コンサルタント費 = (3) × 5%、予備費 = ((3) + (5)) × 5%、付加価値税 = ((3) + (5) + (6)) × 10%

表 10-4 概算事業費[コスト縮減ケース]の概要【日本円換算】

(単位：百万円)

年 項目	2024年～2027年 (初期建設費)			2028年～2047年 (追加建設費)			合計 (建設費総計)		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
(1) 土木工事費	3,677	19,217	22,894	27	153	180	3,704	19,370	23,074
(2) E&M/車両費	31,510	9,070	40,580	1,824		1,824	33,334	9,070	42,404
(3) 土木・E&M 計	35,187	28,287	63,474	1,851	153	2,004	37,038	28,440	65,478
(4) 用地費		737	737					737	737
(5) コンサルタント費	1,759	1,414	3,174	93	8	100	1,852	1,422	3,274
(6) 予備費	1,847	1,485	3,332	97	8	105	1,944	1,493	3,438
(7) 建設費合計	38,794	31,923	70,717	2,041	169	2,210	40,834	32,092	72,926
(8) 付加価値税	3,879	3,119	6,998	204	17	221	4,083	3,136	7,219
(9) 事業費総計	42,673	35,042	77,715	2,245	186	2,431	44,918	35,227	80,145

出典：JICA 調査団

注釈 1：上表に示す事業費は、将来のインフレと物価上昇は考慮していない。

注釈 2：用地費には車両基地用地費のみを計上する。

注釈 3：コンサルタント費、予備費、付加価値税は次の方法により算出する。

コンサルタント費 = (3) × 5%、予備費 = ((3) + (5)) × 5%、付加価値税 = ((3) + (5) + (6)) × 10%

11. 事業実施スケジュール

実施スケジュールは、準備段階、建設段階、開業準備段階、開業までを計画する。本事業の実施スケジュールを表 11-1 に示す。

2024 年初めまでに許認可、資金調達等の準備段階を終え、その後約 4 年間で建設工事を実施して、2028 年に開業する計画である。

AGT はインドネシアで初めて導入されるシステムであり、同国の鉄道運行規則と合わせて日本をはじめ近隣諸国の事例に基づき運行規則等の作成を行うこととなる。

教育訓練は実際に運行している日本等での実施訓練を事前に行うことを想定している。

表 11-1 事業実施スケジュール

項目	年	期間 (ヶ月)	年							
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1										
1-1		9		■						
1-2		6		■						
1-3		6			■					
1-4		1			■					
1-5		6			■					
1-6		3			■					
1-7		3			■					
1-8		3			■					
1-9		6			■					
1-10		3			■					
2										
2-1		3				■				
2-2		12				■				
2-3		48				■	■	■	■	■
2-4		12							■	■
3										
3-1		8						■	■	■
3-2		8							■	■
3-3		8							■	■
4										★

出典：JICA 調査団

12. 環境影響評価

12.1 環境社会配慮に関わる法制度

12.1.1 環境社会配慮分野の基本的政策や法令等

インドネシアにおける環境保全に関する国家政策は、1972年に開催された国連人間環境会議での自国の環境問題についての報告から始まる。この報告書の結論に基づき、大統領令により国家環境委員会が設置され、この委員会が天然資源・環境保全に関する国家計画を策定し、国家大綱と5年毎に策定される国家計画に盛り込まれる仕組みができあがった。

1982年に環境管理基本法（1982年法律第4号）が制定され、同年に環境行政も扱う開発環境省を改組した人口環境省が設置された。環境管理基本法は1997年及び2009年に改定されており、2009年の改定において環境の保護及び管理に関する法律（2009年法律第32号）として公布されている。内容は総則、原則・目的及び目標、計画、利用、管理、UKL-UPL (Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan：環境管理計画及び環境モニタリング計画（IEEレベル）又はIEEレベルの環境影響評価手続の呼称）、被害未然防止、有害有毒物質の管理、権利・義務及び禁止、国民の参加、監督及び行政処分、環境紛争の処理、捜査と立証、罰則規定、経過措置、結語の全17章、127条の構成となっている。

インドネシアにおける環境社会配慮分野の基本的政策や法令等は表12-1のとおりである。

表 12-1 インドネシアにおける主な環境配慮関連法令

分類	法令名	法令番号
環境一般	環境保護管理法	法令第 32 号/2009
	環境、土地収用、移転、先住民族対応のための技術ガイドライン案	Ministry of Public Works /2014
環境影響評価	環境影響評価を実施すべき事業の種類に関する省令	環境省令第 5 号/2012
	環境影響評価の実施方法に関するガイドラインに関する省令	環境省令第 8 号/2006
	環境影響評価を実施すべき事業及び活動規模に関する省令	環境省令第 17 号/2001
	環境影響評価システムに関する政令	政令 27 号/2012
	SEA 手続きに関する政令	政令 46 号/2016
土地利用	森林法	法令第 41 号/1999
	空間計画法	法律第 26 号/2007
用地取得	土地と不動産の収用に関する法律	法律第 20 号/1961
	公共事業の土地収用に関する法律	法律第 2 号/2012
	土地登記に関する政府令	政令 24 号/1997
有害物質・廃棄物管理	廃棄物管理法	法律第 18 号/2008
	有害廃棄物の管理	政令第 101 号/2014

出典：インドネシア環境社会配慮プロファイル（JICA、2011年）、インドネシアにおける法制度の整備・執行（環境省、2016年）などを基に JICA 調査団作成

12.1.2 環境影響評価の概要

インドネシアの環境影響評価は、環境保護と管理に関する法律（No. 32/2006）によって規定されており、SEA（Strategic Environmental Assessment：戦略的環境アセスメント）、事業環境アセスメント、モニタリングと環境監査まで、事業計画の初期段階から事業閉鎖後の段階までをカバーする包括的なものとなっている。2012年にEP（Environmental Permit：環境承認）に関する政令事業環境アセスメントの手続き（AMDAL（Analisa Mengenai Dampak Lingkungan：インドネシア国におけるEIAレベルの環境影響評価）、UKL-UPL、SPPL（Surat Pernyataan Pengelolaan Lingkungan：環境管理計画書）と環境承認の手続きを定める環境省令（No. 05/2012）、2016年にSEA手続きに関する政令（No. 46/2016）が策定されている。ただし、住民移転と土地収用は、土地と不動産の収用に関する法律（No. 20/1961）、公共事業の土地収用に関する法律（No. 2/2012）、土地登記に関する政府令（No. 24/1997）など別途定められている。

(1) 環境影響評価手続き

インドネシアの環境評価制度は、AMDALレベル、UKL-UPLレベル及びSPPLレベルの3カテゴリに分かれており、AMDALレベルはEIAレベル、UKL-UPLレベルはIEEレベルに対応する。

環境影響評価手続の流れは図12-1に、各レベルの概要は以下に示すとおりである。

a) AMDAL レベル

AMDALは環境影響調査を意味するインドネシア語であり他のカテゴリの調査もAMDALと呼んで差し支えないが、狭義には最も厳格な「EIA（Environmental Impact Assessment：環境影響評価）レベル」の環境影響調査を指す。ここで「EIAレベル」とは、詳細な現地調査に基づき、代替案、環境影響の詳細な予測・評価、緩和策、モニタリング計画の検討等を実施するレベルをいう。

AMDALレベルにおいては、AMDAL（Analisa Dampak Lingkungan：環境影響評価書）及びRKL-RPL（Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup：環境管理計画及び環境モニタリング計画（EIAレベル））の策定が求められる。

b) UKL-UPL レベル

UKL-UPLは、上述RKL-RPLよりも緩和されたレベルの環境管理計画及び環境モニタリング計画を意味するインドネシア語であるが、「IEE（Initial Environmental Examination：簡易的な環境影響調査）レベル」の環境影響調査を指す言葉としても用いられる。ここで「IEEレベル」とは、既存データなど比較的容易に入手可能な情報、必要に応じた簡易な現地調査に基づき、代替案、環境影響の予測・評価、緩和策、モニタリング計画の検討等を実施するレベルをいう。

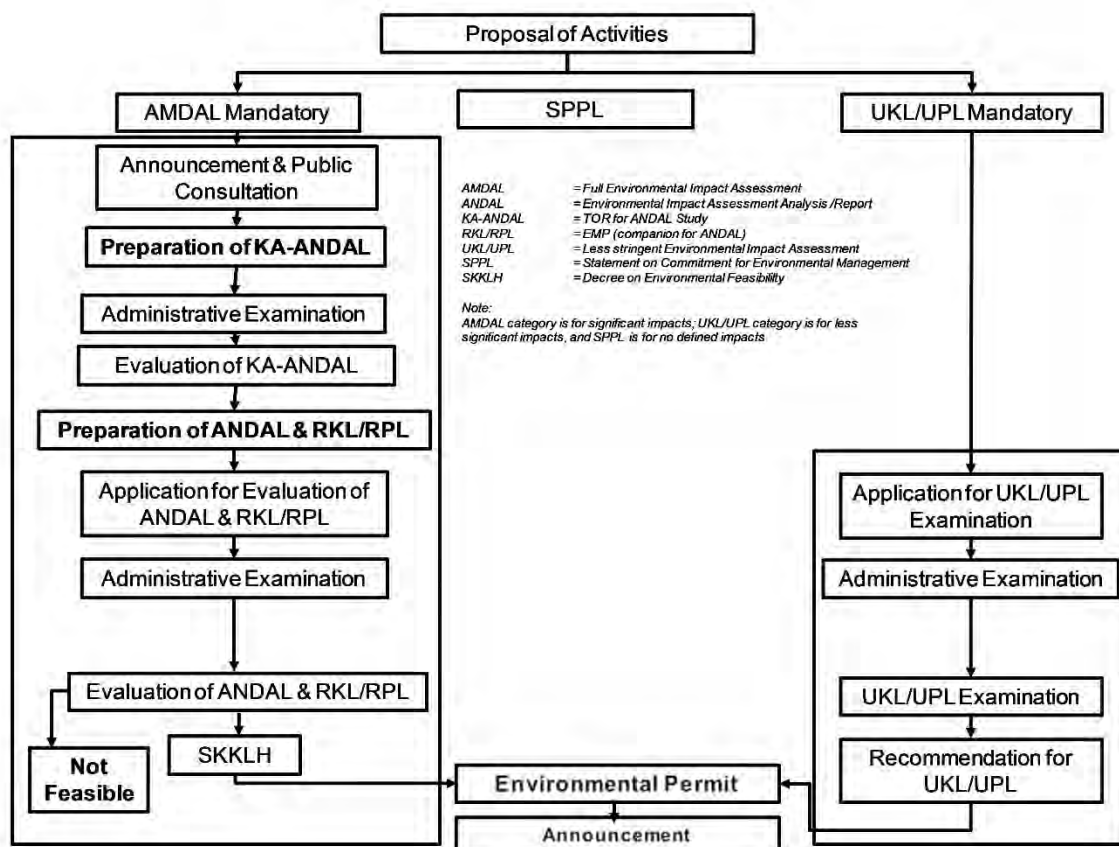
UKL-UPLレベルにおいては、UKL及びUPLの策定が求められる。

ただし、地方自治体機関及び中央政府機関の判断により、AMDALカテゴリに変更される場合がある。

c) SPPL レベル

SPPL は、環境管理計画書を意味するインドネシア語である。

SPPL レベルにおいては、環境管理計画書（SPPL）の提出のみで手続きが完了する。



凡例：

AMDAL：EIA レベルの環境影響評価

ANDAL：EIA 報告書

KA-ANDAL：EIA 報告書の調査事項（TOR：Terms of Reference）

RKL/RPL：環境管理計画及び環境モニタリング計画（EIA レベル）

UKL/UPL：環境管理計画及び環境モニタリング計画（IEE レベル）又は IEE レベルの環境影響評価手続の呼称

SPPL：環境管理計画書又はその提出で足る環境影響評価手続の呼称

SKKLH：EFS（Environmental Feasibility Study：環境調査）に係る法令

図 12-1 環境影響評価手続の流れ

出典：Indonesia: Flood Management in Selected River Basins Sector Project (Draft)（公共事業・国民住宅省・ADB、2015 年）

注釈：AMDAL レベルは重大な影響が想定される場合、UKL-UPL レベルは重大でないが影響が想定される場合、SPPL レベルは影響が想定されない場合

(2) 交通セクターの AMDAL 要件

本事業の新交通システムは、環境影響評価を実施すべき事業の種類に関する省令 (No. 5/2012) に定められている表 12-2 に示す「F 交通セクター (Transportation Sector)」の「1. 鉄道建設 (駅舎有または無)」の「c. 高架：5km 以上」要件に該当する。

そのため、本事業は AMDAL の手続きが必要と想定される。

表 12- 2 交通セクターの AMDAL 要件

セクター名	事業の種類と規模
F. 交通セクター (Transportation Sector)	1. 鉄道建設 (駅舎有または無)
	a. 地上：25km 以上
	b. 地下：全て
	c. 高架：5km 以上
	2. 道路交通のための旅客ターミナルと物流ターミナルの建設：5ha 以上
3. 浚渫	
a. 浚渫量：500,000m ³ 以上	
b. 岩石やサンゴを含まない河川もしくは海域での浚渫：250,000m ³ 以上または、すべての規模の爆薬を用いる浚渫	
c. 海域への浚渫土砂の投棄：500,000m ³ 以上もしくは 5ha 以上	
4. 以下のいずれかを含む港湾開発	
a. 矢板式もしくは杭式の埠頭：200m 以上または 6,000m ² 以上	
b. Massive construction の埠頭：すべての規模	
c. 防波堤もしくは消波提：200m 以上	
d. 浮遊施設：10,000DWT 以上	
5. 固定翼用空港と周辺施設：滑走路 1,200m 以上もしくはターミナル 10,000m ² 以上	

出典：環境影響評価を実施すべき事業の種類に関する省令 (インドネシア環境省、No. 5/2012)

12.1.3 AMDAL 手続きの流れ

事業が AMDAL レベルに区分された場合、事業者は、事業概要書、TOR (Terms of Reference : 調査事項) /EIA、EIA レポート、環境管理とモニタリング計画書の作成、住民協議 (Public Consultation) 開催を行う必要がある。

EIA レポートに記載すべき内容は、表 12-3 に示すとおりである。

表 12- 3 EIA レポートに記載すべき主な内容

環境影響評価書(ANDAL) 記載内容
1. EIA 計画書(TOR/EIA) (1) 事業の目的と事業者 (2) スコーピング (3) EIA の方法 (4) 参考文献 (5) 添付資料 2. 環境影響評価書(ANDAL) 3. 環境管理とモニタリング計画書(RKL-RPL)

出典：EIA レポート（ANDAL）、環境管理計画書（SPPL）、環境管理／モニタリング計画書（UKL-UPL）作成のガイドラインに関する環境省令（No. 16/2012）

AMDAL 手続きの内容は、環境影響評価の実施方法に関するガイドラインに関する環境省令（No. 8/2013）に規定されている。事業者は EIA 計画書(TOR/EIA)、EIA 報告書(ANDAL)、環境管理とモニタリング計画書(RKL-RPL)を作成し、公聴会を開催する。

手続きの流れは図 12-2 に、手順の詳細は以下に示すとおりである。

- ① 事業者は事業の公告（public notice/announcement）を大臣・州知事・県知事または市長に提出
- ② 事業者は住民協議（Public Consultation）開催。（①の前に実施することも可能）
- ③ 市民は公告後 10 営業日以内に意見提出することができる。
- ④ 事業者は TOR/EIA を作成し、TOR/EIA を審査者（大臣、州知事、県知事または市長）の管轄する AMDAL 事務局（Secretariat）に提出
- ⑤ AMDAL 事務局による TOR/EIA の形式審査（administrative review）
形式審査通過後、TOR/EIA は AMDAL 技術審査チームに送られ、技術審査チームと事業者で協議しつつ、TOR/EIA を修正する。修正された TOR/EIA は AMDAL 審査委員会に送られて審議され、問題が無ければ承認される。
- ⑥ 事業者は、EIA 調査を実施し、ANDAL と RKL-RPL（環境管理とモニタリング計画書）を作成
- ⑦ 事業者は環境承認（Environmental Permit）申請書と ANDAL、RKL-RPL を審査者の管轄する AMDAL 事務局に提出
- ⑧ AMDAL 事務局による提出書類の形式審査
- ⑨ 形式審査通過後、審査者は事業者から環境承認申請を受けたことを公告
市民は公告後 10 営業日以内に意見を提出することができる。
- ⑩ AMDAL 技術審査チームは ANDAL と RKL-RPL を審査
- ⑪ 技術審査チームにより ANDAL と RKL-RPL の情報・質が十分であると確認された後、AMDAL 審査委員会が環境許容基準に照らし、ANDAL と RKL-RPL を審査
- ⑫ AMDAL 審査委員会の審査結果に基づき、AMDAL 審査委員長は審査者（大臣、州知事、県知事または市長）に審査結果を提出

- ⑬ 審査結果が環境的に受け入れがたいと提言されていた場合、審査者は事業を非承認とする。審査結果が環境的に許容されると提言されていた場合、審査者は事業を承認し、環境承認を発行
- ⑭ 審査者は、環境承認が発行された旨公告

EIA の審査手続きと環境承認の発行には審査申請から承認まで最長 115 日営業日を要する。TOR/EIA の審査に最長 30 日営業日、ANDAL と RKL-RPL の審査に最長 75 営業日、承認・非承認の決定と承認証発行に最長 10 営業日を要する。

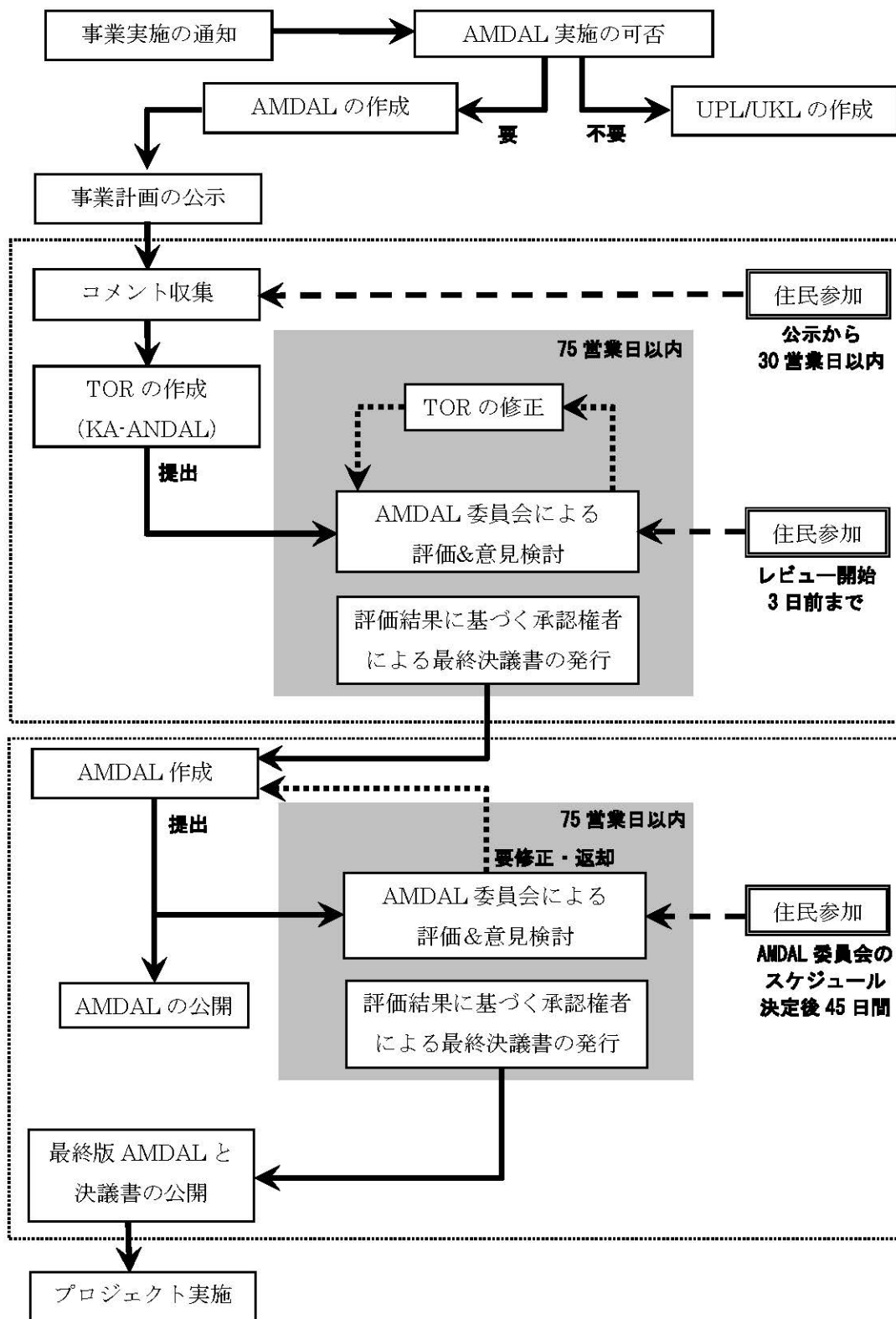


図 12- 2 AMDAL 手続きの流れ

出典：インドネシア環境社会配慮プロファイル（JICA、2011 年）

12.2 環境影響評価関連の行政組織

AMDAL プロセスに関連するステークホルダーは、主に事業者、事業管轄機関、AMDAL 委員会、環境担当機関および承認権者、影響を受ける住民、NGO(Non - Governmental Organization : 非政府組織) である。以下に各ステークホルダーの主な役割を示す。

(1) 事業者

事業者は、プロジェクトの計画および実施の責任主体である。事業者は影響を受ける住民に対してプロジェクトの内容を公開する義務を負う。事業者が起用したコンサルタントが AMDAL プロセスにおける調査を実施する場合が多い。

(2) 事業管轄機関

プロジェクトを管轄し、操業許可を与える行政機関である。AMDAL は操業許可を得るために必要な文書と位置づけられており、環境管理法では事業管轄機関は操業許可に AMDAL 承認を添付し、環境維持と持続可能な開発について事業者に求めることを必須としている。

(3) AMDAL 委員会

State Minister of Environment Decree No. 5/2008 によれば、AMDAL 委員会は、プロジェクトごとに中央又は地方(州、県・市レベル)において、それぞれ環境大臣、州知事、県知事、市長により組織される。Evaluation Commission と呼ばれ、AMDAL 文書である KA-ANDAL (Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan: 環境影響評価の実施計画書)、ANDAL、RKL と RPL のレビュー、および環境保護という観点から見た事業・活動計画の実施可能性についての意見と提言を各レベルの承認権者(中央レベルでは環境大臣、州レベルでは州知事、県・市レベルでは県・市の知事)に提出することが主な責務である。AMDAL 委員会は評価にあたり AMDAL 文書に関する技術的知見を得るため、部門別の専門家から構成される技術チーム及び事務局を設置し、支援を受けることができる。

(4) 環境担当機関及び承認権者

AMDAL 文書のレビュー結果に基づき、AMDAL 委員会はその提案・考察について承認権者より承認を受ける。環境担当機関は、AMDAL を管轄する行政機関であり、中央レベルでは環境林業省 AMDAL 局、地方レベルでは各環境当局 (BAPEDALDA (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah : 地方環境管理局) 等) となっている。

(5) 影響を受ける住民

提案された事業・活動により影響を受けるコミュニティの構成員は、プロジェクトに関する情報を得る、提案・意見・コメントをする、AMDAL 委員会のメンバーとなる等の権利を有する。

(6) NGO

インドネシアの NGO は、AMDAL 委員会のメンバーとなる権利を有する。1996 年以降は、AMDAL 委員会の委員長がプロジェクトの業種(鉱山開発、道路建設等)を考慮し、プロジェクトごとに 1 団体を指名している。指名を受けた NGO は、AMDAL 委員会のメンバーとして、広範なコミュニティの利害を代表して意見を述べることができる。

13. 用地取得計画

13.1 用地取得に係る基本的な枠組み

インドネシア国における公共事業用地の取得手続きは、土地基本法（1960年第5号）を法的根拠として実施されてきた。ただし、同法は土地収用手続きの詳細を定めたものではないことに加え、用地取得側の実施能力の不足や用地提供者側の不同意（価格不調、権利者の特定困難）等の理由もあり、実際の用地取得は容易ではなかった。

また、2005年の大統領令第36号により公共事業用地取得に強制収用の適用が可能となったが、同大統領令及びその改正令である2006年の大統領令第65号は関連制度の不備、手続きの不明確さ等のために十分に適用される機会がなく、土地収用は引き続きインフラ整備を阻害する大きな要因となっている。

こうした状況を受け、2012年に土地収用法が新たに制定された。また、関連する大統領令（2012年第71号）、国家土地庁令（2012年第5号）、内務省令（2012年第72号）、財務省令（2013年第13号）が整備・施行され、今後の新規事業の土地収用を円滑に進めるための法制度面での整備は進みつつある。

土地収用法では土地収用にかかる一連の手続きとそれら手続きの責任機関及び各手続きの処理期間が規定された。具体的には、公共事業用地の取得手続として、1) 計画、2) 準備、3) 実施、4) 権利移転の4つのプロセスが定められ、計算上は事業者が州知事に事業計画を提出した日から最長でも583日で土地収用手続きを完了させることができる内容となっている。

土地収用法により、公共事業用地の取得手続きのうち、“3) 実施”及び“4) 権利移転”の責任機関は制度上で事業者や州・県・市等の地方政府の手を離れ、土地空間計画省の所掌事務として整理された。ただし、現状では、土地空間計画省は用地収用に必要なノウハウ、人材、組織体制、機材等を十分に有していないことから、引き続き土地収用はインフラ整備を阻害する大きな要因となっている。そのため、公共事業用地の確実かつ迅速な取得を実現するためには土地空間計画省の早急な能力強化が求められており、JICAの技術協力プロジェクトが2018年から2022年までの予定で実施されている。

なお、ATR（Kementerian Agraria dan Tata Ruang：土地空間計画省）は、空間計画の強化に向けて2015年に設置された。同省は、土地登記等を所掌してきたBPN（Badan Pertanahan Nasional：国家土地庁）に、これまで空間計画を所掌してきた公共事業省の関連部局が統合されて設置されたものである。地方分権化に伴って地方政府の権限が拡大したことから、土地空間計画省は地方政府の計画策定能力の向上や計画の策定や実施等に関する地方政府間の利害調整をはじめとして空間計画に係る事務を一手に担うこととなる。ただし、その実施は公共事業及び公共住宅省をはじめとする各省庁となる。

13.2 本プロジェクトにおける用地取得計画

AGT のルートは、Lemah Abang 駅が既存鉄道用地の上空、その南側区間で一部河川用地の上空を通過するものの、そのほとんどが既存又は今後建設予定の道路の上空を活用して建設する計画である。また、車両基地は、地元開発業者（リップー）が所有する未開発の土地を活用する計画である。

ここで、AGT ルートが通過する道路は地元開発業者（ジャバベカ・リップー）の開発区域にあることから、所有権は地元開発業者にある。加えて、車両基地の用地も地元開発業者が所有する。以上より、本事業に必要な用地の確保にあたっては、今後具体的に地元開発業者との調整が必要となるが、これらの用地に居住する住民はおらず、住民移転は必要ない。

14. 温室効果ガス削減量の推計

14.1 温室効果ガス(GHG)削減効果

14.1.1 温室効果ガス(GHG)削減効果の定量的把握に必要なデータ収集

本事業は、チカラン地域における AGT 整備により、既存交通機関であるバイク、自動車、バス等から AGT へのモーダルシフトを促進し、渋滞緩和、大気汚染改善の効果を有するとともに、GHG (Green House Gas : 温室効果ガス) 排出削減効果もあると考えられる。

(1) GHG 削減量の推計方法

バイク、自動車、バス等の既存交通機関から AGT へのモーダルシフトに伴う温室効果ガス排出削減量の主な推計方法として、「JICA Climate-FIT (JICA Climate Change Finance Impact Tool : 気候変動対策支援ツール) Version 3.0 (2019年7月)」の「3. 道路、橋梁、鉄道などによる渋滞緩和等(旅客)」がある。そのため、本事業では当該手法を用いた温室効果ガス削減効果の推計を行った。

JICA Climate-FIT の渋滞緩和(旅客)の推計方法では、既存交通機関(バス、自家用車、バイク等)が継続した場合の GHG 排出量(ベースライン排出量)から、AGT を導入し、既存交通機関からのモーダルシフトが実現した場合の各交通機関からの GHG 排出量(プロジェクト排出量)の差分により求める。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ER_y : y 年の事業実施による GHG 排出削減量(t-CO₂e/y)

BE_y : y 年のベースラインシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO₂e/y)

PE_y : y 年のプロジェクトシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO₂e/y)

JICA Climate-FIT におけるベースライン排出量とプロジェクト排出量の推計手法の概要は以下のとおりである。

a) ベースライン排出量の算定

i) ベースライン排出量の基本的考え方

ベースライン排出量は、AGT の乗客数と同数の乗客が、既存交通機関(交通機関 i)によって移動したものと考えた場合の GHG 排出量となる。

ii) ベースライン排出量の算定式

ベースライン排出量は、AGT による年間の輸送人キロ(または乗客数に鉄道の平均乗車距離を乗じたもの)に、鉄道がなかった場合(交通機関 i)を利用した場合の人キロあたりの CO₂ 排出係数を乗じて求める。

算定式は、以下のとおりである。

$$PE_y = \sum_i \left(\frac{P_y \times MS_{pi,y}}{OR_{pi}} \times BTDP_{py} \times SFC_i \times NCV_i \times EF_{fuel,i} \right)$$

$$= \sum_i \left(\frac{P_y \times MS_{pi,y}}{OR_{pi}} \times BTDP_{py} \times EF_{KM,i} \right)$$

- P_y : AGT の y 年における乗客数 (人/年)
 $BTDP_{by}$: AGT の y 年における平均乗車距離 (km)
 $MS_{bi,y}$: 交通機関 i の y 年における分担率 (%)
 OR_{bi} : 交通機関 i の平均乗車率 (人/台)
 $EF_{KM,i}$: 交通機関 i の 1 キロあたりの CO₂ 排出係数 (t-CO₂/km)
 SFC_i : 交通機関 i の燃料消費率 (t/km)

b) プロジェクト排出量の算定

i) プロジェクト排出量の基本的考え方

プロジェクト排出量は、本事業の鉄道動力が電力のため、事業実施後の鉄道の年間電力消費量に電力の CO₂ 排出係数を乗じて求める。

ii) プロジェクト排出量の算定式

プロジェクト排出量は、事業実施後の鉄道の年間電力消費量に電力の CO₂ 排出係数を乗じて求める。算定式は、以下のとおりである。

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{elec}$$

- $EC_{PJ,y}$: AGT の走行に伴う y 年における年間電力消費量 (MWh/年)
 EF_{elec} : 電力の CO₂ 排出係数 (t-CO₂/MWh)

(2) 温室効果ガスの推計に使用したデータ

a) ベースライン排出量

本事業におけるベースライン排出量の推計には、需要予測結果や既存調査結果等に示された表 14-1 に示す値を使用した。

表 14-1 ベースライン排出量に使用したデータ

データの種類	データの内容	2028	2031	2052	2070	備考
P_y :	対象事業年間利用者数(人/年)	18,700,000	24,900,000	30,200,000	33,600,000	本事業における需要予測結果を基に設定(運賃9,000IDRケース)
$BTDP_{by}$:	対象事業利用者の平均乗車距離(km)	4.63				需要予測におけるデータ
$MS_{bi,y}$:	事業を実施しなかった場合の交通機関iの分担率(%)	バイク	61.5			本事業における世帯調査結果を基に設定 バイク:バイク(50.8%)、バイク相乗り(10.7%) 自動車:車(14.8%)、車同乗者(2.1%)、Grab(0.3%)、Gojek(2.2%) バス:バス(0.1%) ジープニ/RTV:Angkot(2.9%)
		自動車	19.4			
		バス	0.1			
		ジープニ/RTV	2.9			
$EF_{KM,i}$:	交通機関iの1キロあたりのCO ₂ 排出係数(tCO ₂ /台km)	バイク	0.0000459			JICA Climate-FIT の規定値(別表7)
		自動車	0.0003041			
		バス	0.0013379			
		ジープニ/RTV	0.0003041			
OR_{bi} :	事業を実施しなかった場合の交通機関iの平均乗車率(人/台)	バイク	1.21			本事業における世帯調査結果を基に設定
		自動車	1.06			
		バス	10.00			
		ジープニ/RTV	6.00			

出典：JICA 調査団

b) プロジェクト排出量

本事業におけるプロジェクト排出量の推計には、事業計画及び JICA Climate-FIT の規定値に基づく表 14-2 に示す値を使用した。

表 14- 2 プロジェクト排出量に使用したデータ

データの種類	データの内容	2028	2031	2052	2070	備考
SFC _{PJ} :	対象事業活動の年間電力消費量 (MWh/年)	9,531	9,847	10,163	10,479	事業試算値
EF _{elec} :	系統電力の全電源平均CO2排出係数(t-CO2/MWh)	0.713				JICA Climate-FIT の規定値 (別表3)

出典：JICA 調査団

14.1.2 温室効果ガス削減量の推計

本事業における温室効果ガス削減量を、表 14-3 に示す通り JICA Climate-FIT を用いて推計した。

表 14- 3 温室効果ガス削減量の推計結果

	2028	2031	2052	2070
BE _y : ベースライン年間排出量 (t-CO2/年)	6,977	9,291	11,268	12,537
PE _y : プロジェクト年間排出量 (t-CO2/年)	6,796	7,021	7,246	7,471
ER _y : 年間排出削減量 (t-CO2/年) = BE _y - PE _y	181	2,270	4,022	5,066

出典：JICA 調査団

II. ビジネスプラン

15. PPP 事業計画

15.1 GCA の特定及び事業実施ユニット

本事業の GCA (Government Contract Agency : 政府契約機関) は、MOT (Ministry of Transportation : 運輸省) が担い、加えて事業実施ユニット (Implementing unit) については、BPTJ が担うことが望ましい。

法的には西ジャワ州政府、ブカシ州政府についても GCA の候補となりえるが、今フェーズにおけるこれまでの西ジャワ州政府、ブカシ州政府との協議においても各種申請プロセスにおける技術的な支援については賛同しているものの、事業規模も勘案すると財政的な支援は限定的になる旨言及もあり、当事業を今後推進する主体として MOT が現実的な唯一の選択肢になりえる。

15.2 関係省庁・機関

インドネシア政府における関係省庁・役割は表 15-1 のとおりである。

表 15- 1 関係省庁・機関一覧表

関係省庁	役割
GCA (Ministry of Transportation)	<ul style="list-style-type: none"> • GCA は入札の実施、事業モニタリングを実施する • GCA は PPP 契約を締結したうえで AP を事業者に供与する主体になる
BPTJ	<ul style="list-style-type: none"> • Jabodetabek Transportation Masterplan の作成.
Ministry of Finance (MoF)	<ul style="list-style-type: none"> • Availability Payment (AP) 及び保証の承認・規制・監督をする主体 • Project Development Facility の運営主体 • 公共資産・施設を利用する場合の承認主体
Bappenas	<ul style="list-style-type: none"> • APBN の計画・予算策定 • PPP 事業の管理・運営サポート.
国家調達庁 (LKPP)	<ul style="list-style-type: none"> • PPP 事業の入札実施サポート.
Ministry of Land and Spatial Plan (BPN)	<ul style="list-style-type: none"> • 土地取得に関する監督・管理.
Indonesian Investment Coordinating Board (BKPM)	<ul style="list-style-type: none"> • PPP 事業のマーケットサウンディングの実施. • Investment Activity Report (LKPM) を含む投資許認可の発行.
Online Single Submission (OSS) Agency	<ul style="list-style-type: none"> • 事業ライセンスの発行
West Java Provincial Government	<ul style="list-style-type: none"> • 土地取得に際する手続き・管理
Bekasi Regency Government	<ul style="list-style-type: none"> • 運営ライセンスの発行 • Regional Railway Masterplan の作成
インドネシアインフラストラクチャー保証基金 (IIGF)	<ul style="list-style-type: none"> • 債務保証の付与

凡例：

LKPP (National Procurement Agency : 国家調達庁)

OSS (Online Signal Submission : オンライン・シグナル・サブミッション)

BKPM (Indonesia Investment Coordinating Board : インドネシア投資調整委員会)

LKPM (Investment Activity Report : 投資活動レポート)

出典：JICA 調査団

15.3 PPP スキーム

当事業を推進する上で、インドネシアにおける過去事例を踏まえた本事業において想定する PPP (Public Private Partnership : 官民共同連携) スキームは図 15-1 のとおりである。

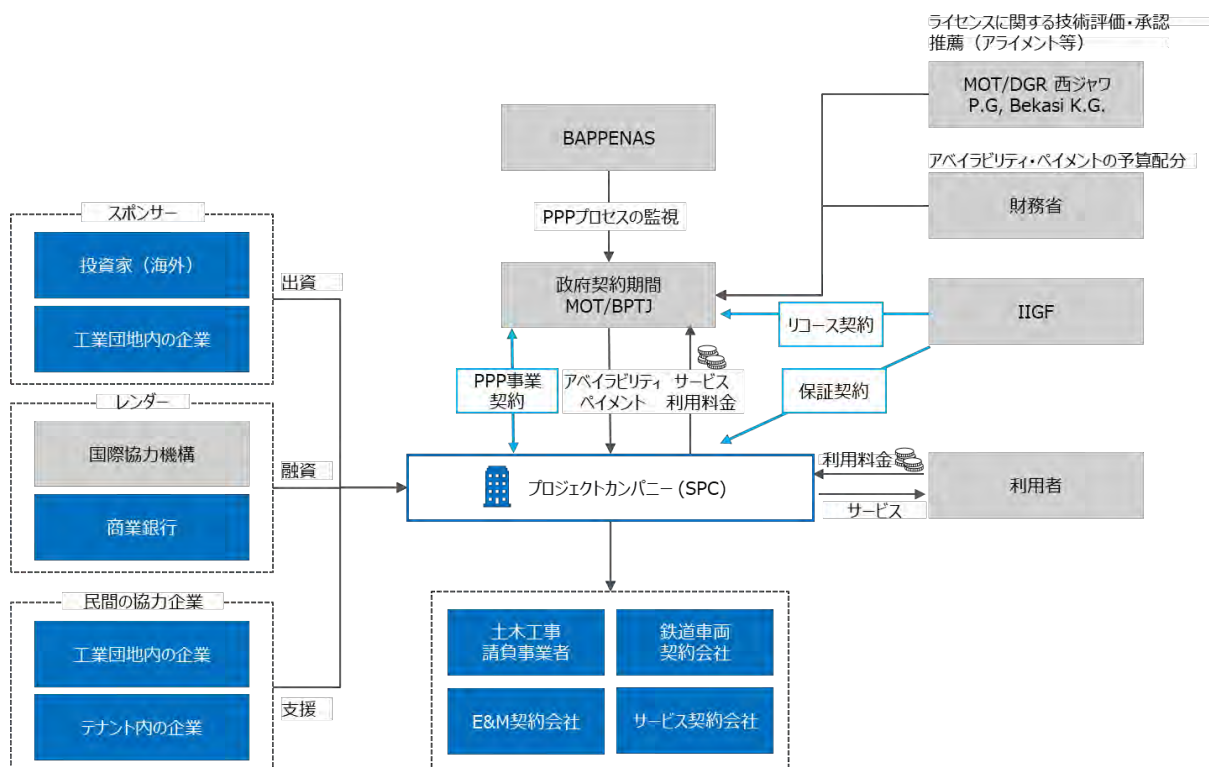


図 15-1 PPP スキーム

出典：JICA 調査団

当事業はグリーンフィールドの鉄道事業となり、インドネシア国内及び海外の投資家からするとライダーシップリスクを負うことは極めて困難となる。従って、事業成立の重要要件として政府と事業 SPC (Special Purpose Company : 特別目的会社) が締結する PPP 契約について AP (Availability Payment : アベイラビリティ・ペイメント) が担保されており、ライダーシップリスクが公共側に帰責するスキームとなる必要があると考える。

また、AP を前提とするため、MOF (Ministry of Finance : 財務省) による予算承認、IIGF (Indonesia Infrastructure Guarantee Fund : インドネシアインフラストラクチャー保証基金) による AP の GCA の支払義務に対する債務保証等についても確保される必要がある。

15.4 意思決定

当事業を推進する上での意思決定機関は表 15-2 のとおりである。

表 15- 2 意思決定機関一覧表

意思決定の事象	担当機関	要件
GCA の組成	GCA	GCA は i) PPP Team; ii) procurement committee; iii) PPP node を立ち上げる必要がある。 なお、組成にあたっては Ministry of Transportation Decree に準拠する必要がある。
事業準備・実施	GCA	GCA は PPP Team と共同で Pre-Feasibility Study, public consultation, market sounding, land acquisition plan, government guarantee を含む政府支援, 環境分析 (AMDAL が必要な場合) を実施する必要がある。
マーケットサウンディング	GCA	GCA はマーケットサウンディングを実施する必要がある。
PPP 実施地域の確認	GCA	GCA は土地収用の検討も実施したうえで事業実施するうえでの場所を特定する必要がある。
Procurement committee の立上げ	GCA	Procurement Committee は MoT により組成される必要があり、役割としては入札を実施する形となる。
PPP 実施の評価	Procurement Committee	Bappenas Regulation 4/2015 ・ LKPP Regulation 29/2018 に基づいて事業実現性を評価する
マーケット評価	Procurement Committee	実施方法は複数可能であり、面談形式・フォーラム軽視等多様な運用が可能。
入札スケジュールの策定	Procurement Committee	準備段階で入札スケジュールを策定する必要がある。
入札書類の決定・準備	Procurement Committee	準備主体は Procurement Committee になるが、GCA の承認が必要となる。

反対意見・再入札の判断	Procurement Committee	Procurement Committee が必要に応じて判断する。
事業者提案書の提出	Procurement Committee	提案書は administrative/technical proposal (envelope I) 及び financial proposal (envelope II) によって構成される。
事業者提案書の開封	Procurement Committee	提案書の開封はメンバー・場所など事前に定められる。
事業者提案書の評価	Procurement Committee	RFP 書類にて定める評価基準に基づき、Procurement Committee が事業者提案書の評価する。
入札結果の記録	Procurement Committee	procurement committee の 3 分の 2 のメンバーに確認される必要がある。
優先交渉権者の決定	GCA	Procurement Committee が作成する入札結果の記録に基づき、GCA が優先交渉権者を決定する。
優先交渉権者の発表	Procurement Committee	GCA の決定に基づき、Procurement Committee が発表する。
反対意見の対応	GCA	結果に対する反対意見があった場合、GCA が対応する。一方で、10 営業日以内に反応しない場合は、反対意見を GCA が否定したことになる。
Letter of Award の発行	GCA	GCA は優先交渉権者への Letter を発行することになる。ただし、所定の条件を満たす必要がある。
Appointment Letter の発行	GCA	Letter of Award を発行してから、10 営業日以内に事業者特定の Letter を発行する。

凡例：

RFP (Request for Proposal : 提案依頼書)

出典：JICA 調査団

16. 社会経済分析

16.1 分析アプローチ

Bappenas が公表している PPP BOOK 2020 によると、インドネシアの PPP 案件の準備期間における Pre-Feasibility Study は、OBC (Outline Business Case : ビジネスケースの概要)、FBC (Final Business Case : 最終ビジネスケース) の 2 段階に分かれる。OBC と FBC の双方のプロセスの中で「Economic and commercial study」の分析結果を提出することが求められているが、詳細の計算方法については特段規定されていない。そのため本分析では、先行する PPP プロジェクトであるメダン (Medan) LRT プロジェクトにおいて Deloitte Indonesia が実施した社会経済分析の前提条件や計算方法のプラクティスを踏まえ、前提条件や計算方法を設定した。

16.2 前提条件

16.2.1 事業の前提条件

(1) 事業期間

本事業の事業期間は 2024 年～2047 年の 24 年間とする。

- 建設工事の工期は 4 年間 (2024 年 4 月 1 日～2027 年 12 月 31 日)
- 運営期間は 20 年間 (2028 年 1 月 1 日～2047 年 12 月 31 日)

(2) インフレーション

インフレ率は 3.6%/年で設定する。EIU (Economist Intelligence Unit : 英調査機関) の 2021 年～2023 年の予測値 (2020 年 8 月取得) の平均を使用。

(3) 社会的割引率 (Social Discount Rate)

9.0%と設定。

出典 : Guidelines for the economic analysis of projects (Asian Development Bank, 2017)

16.2.2 経済便益の算出方法

(1) 経済便益算出の概要

本社会経済分析においては、交通需要モデルを通じて AGT 利用者数を想定し、AGT 利用者の時間費用の節約効果を算出した。また、ブカシ市内の車・バイクの利用減少を想定し、車・バイクの利用減少による車両走行費用削減効果、温室効果ガス削減効果を算出した。

加えて、AGT 各駅周辺における不動産価格上昇効果を見込み、不動産価格上昇分を経済便益に見込んだ。これは、デロイトインドネシアが関与したインドネシアにおける先行 PPP 案件であるメダン LRT 等において不動産価格上昇効果を便益として経済便益に算入していたことに倣い、本事業においても不動産価格上昇効果を見込んだ。

(2) 時間費用の節約効果

時間費用の節約効果は、本事業が行われる場合 (With) と本事業が行われない場合 (Without) の旅行時間の差に時間価値原単位を乗じて算出する (表 16-1 参照)。時間価値原単位は、最低賃金と賃金上昇率根拠に前提条件を設定した。

表 16- 1 前提条件-時間費用の節約効果

項目	前提条件
年間利用者数	
1 トリップあたりの平均削減時間	3.15 分/トリップ
ブカシ地区における最低賃金(2020 年)	4,498,961 IDR
最低賃金の上昇率 (CAGR 2016-2020 年)	8.37%

出典：JICA 調査団

(3) 車両走行費用削減効果

車両走行費用削減効果は、本事業が行われない場合 (Without) の車両走行距離から、本事業が行われる場合 (With) の車両走行距離を減じた差に対して、ガソリン価格と燃費から算出する走行経費を乗じて算出する (表 16-2 参照)。

表 16- 2 前提条件-車両走行費用削減効果

項目	前提条件
年間削減走行距離 (Without ケースと With ケースの差)	
ガソリン価格	7,650 IDR/リットル (2020 年時点)
燃費	車：0.12 リットル/km バイク：0.09 リットル/km

出典：JICA 調査団 (なお、ガソリン価格は、燃料価格情報 (インドネシア国営石油・天然ガス鉱業会社ブルタミナ、2020 年 2 月 1 日時点)、燃費については Natural Resources Canada を参照)

(4) 温室効果ガス削減効果

温室効果ガス削減効果は、本事業が行Fわれない場合 (Without) の温室効果ガス排出量から、本事業が行われる場合 (With) の温室効果ガス排出量を減じた差に対して、温室効果ガス取引価格を乗じて算出する (表 16-3 参照)。

表 16-3 前提条件-温室効果ガス削減効果

項目	前提条件
年間温室効果ガス排出削減量 (Without ケースと With ケースの差)	
CO2 取引価格/トン	10USD

出典：JICA 調査団 (なお、CO2 取引価格/トンについては、State and Trends of Carbon Pricing 2019(World Bank) を参照)

(5) 不動産価格上昇効果

不動産価格上昇効果については、AGT 各駅周辺において運転開始後 5 年間にわたって土地価格が上昇するという前提条件を設定し、価格上昇分を経済効果として想定する。インドネシアにおける先行 PPP 案件であるメダン LRT において不動産価格上昇効果を便益として経済便益に算入していたことに倣い、本事業においても不動産価格上昇効果を見込んだ (表 16-4 参照)。

表 16-4 前提条件-不動産価格上昇効果

項目	前提条件
土地価格上昇の想定	11 駅×半径 300m 圏内において運転開始する 2028 年から 2033 年にかけて 5 年間土地価格上昇が発生する想定
東チカラ (East Cikarang) における土地価格	Land area: IDR 3,082,408 (2020 年) Building area: IDR 6,533,584 (2020 年) (土地の 2 割が Building area、8 割が Land area と想定)
土地価格上昇率	17.56%/年

出典：JICA 調査団

16.2.3 経済費用の算出方法

CAPEX (Capital Expenditure : 建設費) や OPEX (Operation Expenditure : 運営費) の前提条件は財務分析におけるベースケースとする。但し、VAT を控除しそのうえで、非貿易財 (国内ポーション) については経済費用換算係数 0.85 を乗じることにより、経済費用を算定する (表 16-5 参照)。

表 16-5 前提条件

項目	前提条件
CAPEX	財務分析で用いる CAPEX から VAT 分を除外 インドネシア国内ポーションについては SCF を考慮
OPEX	財務分析で用いる CAPEX から VAT 分を除外 インドネシア国内ポーションについては SCF を考慮
経済費用換算係数 (SCF)	0.85 出典：インドネシア国ジャカルタ MRT ルバックブルス駅前開発事業準備調査 (PPP インフラ事業) 最終報告書

凡例：

SCF (Social Economic Conversion Factor : 経済費用換算係数)

出典：JICA 調査団

16.3 分析結果

年別の経済便益と経済費用は表 16-6 のとおりである。便益では、時間費用の節約効果が最も大きく、次いで不動産価格上昇効果が大きい。費用では CAPEX が全体の約 2/3 を占める。

表 16-6 社会経済分析 算出結果

(単位：Million IDR)

項目年	時間費用の節約効果	車両走行費用削減効果	温室効果ガス削減効果	不動産価格上昇効果	便益合計	CAPEX	OPEX	費用合計
2024	0	0	0	0	0	-3,017,638	0	-3,017,638
2025	0	0	0	0	0	-3,952,528	0	-3,952,528
2026	0	0	0	0	0	-4,094,819	0	-4,094,819
2027	0	0	0	0	0	-1,855,931	0	-1,855,931
2028	389,882	8	152,856	2,639,208	3,181,954	0	-212,513	-212,513
2029	453,552	111	160,496	2,734,219	3,348,378	0	-220,163	-220,163
2030	525,701	213	168,488	2,832,651	3,527,053	0	-228,089	-228,089
2031	607,342	316	176,846	2,934,627	3,719,132	0	-236,300	-236,300
2032	699,601	328	185,589	3,040,273	3,925,791	-148,349	-246,140	-394,489
2033	765,170	341	194,659	0	960,170	0	-255,001	-255,001
2034	836,758	353	204,142	0	1,041,253	0	-264,181	-264,181
2035	914,910	365	214,055	0	1,129,330	0	-273,692	-273,692
2036	1,000,217	378	224,418	0	1,225,012	0	-283,545	-283,545
2037	1,093,325	390	235,249	0	1,328,964	0	-293,752	-293,752
2038	1,195,206	402	246,625	0	1,442,233	0	-304,327	-304,327
2039	1,306,399	415	258,514	0	1,565,328	-148,349	-317,225	-465,574
2040	1,427,743	427	270,941	0	1,699,111	0	-328,646	-328,646
2041	1,560,151	439	283,927	0	1,844,517	0	-340,477	-340,477
2042	1,704,618	452	297,497	0	2,002,566	0	-352,734	-352,734
2043	1,860,728	464	311,425	0	2,172,616	0	-365,432	-365,432
2044	2,030,918	476	325,970	0	2,357,364	0	-378,588	-378,588
2045	2,216,442	489	341,159	0	2,558,090	0	-392,217	-392,217
2046	2,418,666	501	357,020	0	2,776,186	0	-406,337	-406,337
2047	2,639,075	513	373,580	0	3,013,168	0	-420,965	-420,965
合計	25,646,403	7,380	4,983,455	14,180,978	44,818,215	-13,217,613	-6,120,325	-19,337,938

出典：JICA 調査団

上表結果をもとに算出した Economic IRR (Economic Internal Rate of Return : 経済的內部収益率) は 10.04% となり (表 16-8 参照)、本調査で設定した社会的割引率 9% を上回り、また、B/C (Benefit/Cost : 社会費用便益比) (表 16-7 の①/②で算出) は 1.25 と 1.0 を上回った (表 16-8 参照) ことから、本事業は、社会経済的観点から効果の高い事業であると考えられる。

表 16-7 便益と費用の算出結果

便益	割引現在価値 (Million IDR)	名目値 (Million IDR)
時間費用の節約効果	4,925,032	25,646,403
車両走行費用削減効果	1,090,718	4,983,455
温室効果ガス削減効果	1,552	7,380
不動産価格上昇効果	5,998,169	14,180,978
合計	(①) 12,015,471	44,818,215
費用	割引現在費用 (Million IDR)	名目値 (Million IDR)
CAPEX	8,245,102,	13,217,613
OPEX	1,381,693	6,120,325
合計	(②) 9,626,795	19,337,938

出典：JICA 調査団

表 16-8 Economic IRR と B/C の算出結果

社会経済分析の指標	算出結果
経済的內部収益率 (Economic IRR)	10.04%
社会費用便益比 (B/C)	1.25

出典：JICA 調査団

17. VFM 分析

17.1 分析アプローチ

Bappenas が公表している PPP BOOK 2020 によると、インドネシアの PPP 案件の準備期間における Pre-Feasibility Study は、OBC、FBC の 2 段階に分かれる。OBC と FBC の双方のプロセスの中で VFM (Value for Money : バリュー・フォー・マネー) の分析結果を提出することが求められているが、詳細の内容については規定されていない。そこで、先行する PPP プロジェクトであるメダン LRT プロジェクトにおいては、社会経済分析に加えて VFM 分析も行われていたことから、本事業においても VFM 分析を実施した。

メダン LRT プロジェクトにおいて Deloitte Indonesia が実施した VFM 分析の前提条件や計算方法のプラクティスを踏まえ、前提条件や計算方法を設定した。

17.2 前提条件

17.2.1 VFM 算出の考え方

本事業は PPP 事業を想定し政府は AP を負担するが、仮に公共事業として実施した場合には、政府は CAPEX、OPEX を負担することとなる。本事業を PPP 事業として実施する場合に、公共事業として実施する場合を比較して政府支出が軽減されるかどうか検討するため、VFM を算出する (表 17-1 参照)。

表 17- 1 VFM におけるケース比較

ケース	財政支出内容
【PPP ケース】 本事業を PPP 事業として実施した場合	政府支出は、運営期間に事業者を支払う Availability Payment と PPP 事業にて発生するマネジメント費用
【PSC*ケース】 本事業を公共事業として実施した場合 <small>*Public Sector Construction</small>	財政支出は、建設費 CAPEX と運営費 OPEX と CAPEX を賄うための資金調達コスト

出典：JICA 調査団

17.2.2 事業の前提条件

(1) 事業期間

本事業の事業期間は 2024 年～2047 年の 24 年間とする。

- 建設工事の工期は 4 年間（2024 年 4 月 1 日～2027 年 12 月 31 日）
- 運営期間は 20 年間（2028 年 1 月 1 日～2047 年 12 月 31 日）

(2) インフレーション

インフレ率は 3.6%/年で設定する。EIU の 2021 年～2023 年の予測値（2020 年 8 月取得）の平均を使用。

17.2.3 【PPP ケース】の政府支出

本事業を PPP 事業する場合、政府は AP を負担し、また PPP 事業実施における各種マネジメントコストを負担することを想定する（表 17-2 参照）。

表 17- 2 PPP 事業における政府負担項目

項目	前提条件
Availability Payment	運営期間中、政府は Availability Payment を支出する (財務分析のベースケース参照)
マネジメント費用	- OBC と FBC の準備プロセス - GCA の契約マネージャー費用 - 保証料

出典：JICA 調査団

17.2.4 【PSC ケース】の政府支出

本事業を PPP 事業する場合、政府は CAPEX、OPEX を負担し、また CAPEX を賄うために資金調達コストを負担することを想定する（表 17-3 参照）。

表 17- 3 公共事業における政府負担項目

項目	前提条件
CAPEX、OPEX	財務分析のベースケース参照
資金調達コスト	運営開始前に発生する CAPEX の資金を調達するために政府は 20 年国債を発行して資金調達することを想定。 国債利回りは 7.5%で設定する（2020 年 8 月 19 日時点のインドネシアの 20 年国債利回りを使用）

出典：JICA 調査団

17.3 分析結果

【PPP ケース】と【PSC (Public Sector Construction : 公共部門建設) ケース】の年別の政府支出額は表 17-4 のとおりである。【PPP ケース】では、事業開始後に毎年平均的な政府支出額が発生する。一方、【PSC ケース】では事業開始前に非常に大きな額の建設費 (CAPEX) 支出が発生し、また、資金調達コストによる政府支出額が大きい。

表 17- 4 両ケースの政府支出額算出結果

(単位 : Million IDR)

ケース 年	【PPP ケース】			【PSC ケース】			
	Availability Payment	マネジメント費 用	合計	CAPEX	OPEX	資金調達 コスト	合計
2024	0	105,326	105,326	3,622,250	0	272,614	3,894,864
2025	0	84,533	84,533	4,672,404	0	624,264	5,296,667
2026	0	87,576	87,576	4,840,610	0	988,573	5,829,183
2027	0	38,758	38,758	2,127,599	0	1,148,698	3,276,297
2028	2,388,828	12,377	2,401,206	0	238,783	1,148,698	1,387,481
2029	2,397,424	12,394	2,409,819	0	247,379	1,122,248	1,369,628
2030	2,406,330	12,412	2,418,742	0	256,285	1,093,808	1,350,093
2031	2,415,556	12,431	2,427,987	0	265,511	1,063,227	1,328,738
2032	2,452,570	17,210	2,469,780	264,441	302,525	1,030,344	1,597,310
2033	2,463,461	12,470	2,475,930	0	313,415	994,987	1,308,402
2034	2,474,744	12,490	2,487,234	0	324,698	956,969	1,281,667
2035	2,486,433	12,511	2,498,944	0	336,388	916,089	1,252,476
2036	2,498,543	12,533	2,511,076	0	348,498	872,133	1,220,630
2037	2,511,089	12,556	2,523,645	0	361,043	824,868	1,185,911
2038	2,524,086	12,580	2,536,666	0	374,041	774,046	1,148,087
2039	2,540,360	18,701	2,559,061	338,725	390,314	719,400	1,448,439
2040	2,554,411	12,630	2,567,041	0	404,366	660,640	1,065,006
2041	2,568,968	12,656	2,581,624	0	418,923	597,459	1,016,382
2042	2,584,049	12,683	2,596,733	0	434,004	529,522	963,526
2043	2,599,674	12,712	2,612,385	0	449,628	456,472	906,101
2044	2,615,860	12,741	2,628,601	0	465,815	377,925	843,740
2045	2,632,630	12,771	2,645,401	0	482,584	293,466	776,050
2046	2,650,003	12,802	2,662,805	0	499,957	202,650	702,607
2047	2,668,001	12,835	2,680,836	0	517,956	105,000	622,955
合計	50,433,020	578,690	51,011,710	15,866,029	7,432,113	17,774,099	41,072,241

出典 : JICA 調査団

【PPP ケース】の割引現在価値で見た政府支出額は、【PSC ケース】と比較して約 22%減少するという算出結果となり (表 17-5①/②で算出)、VFM の観点からは本事業を PPP 事業として実施することが支持される結果となった。しかし、政府支出額 (名目値) で見ると、【PPP ケース】の方が費用が高い結果となった (表 17-5 参照)。

表 17- 5 両ケースの政府支出額算出まとめ

ケース	政府支出額(名目値)	政府支出額(割引現在費用)
【PPP ケース】	51,011,710	15,527,933 (①)
【PSC ケース】	41,702,241	19,855,520 (②)

出典 : JICA 調査団

18. 財務分析

本項においては、本事業が財務的に成立するか否かについて、財務分析を行う。

本項で後述するが、ベースケースでの年間の AP は約 183 億円となり、BPTJ の期待値から乖離する結果となったため、PPP 事業のスコープ削減により CAPEX を大幅に縮減させるケースでの分析も行った。

18.1 分析アプローチ

Bappenass が公表している PPP BOOK 2020 によると、インドネシアの PPP 案件の準備期間における Pre-Feasibility Study は、OBC、FBC の 2 段階に分かれる。当該プロセスの中で財務分析結果も提出することになるが、本分析における前提条件や計算方法については、過去に Deloitte Indonesia が関与した案件（FBC 段階の案件を含む）でのプラクティスを踏まえて設定した。

AP の金額については、Deloitte Indonesia の関与案件での前例に倣い、借入条件として設定する minimum DSCR (Debt service Coverage Ratio : デッド・サービス・カバレッジ・レシオ) を満たし、かつ、ターゲット Equity IRR (Equity Internal Rate of Return : 自己資本内部収益率) を満たす水準を逆算して求め、設定した。Deloitte Indonesia によると、minimum DSCR については、1.0~2.0 程度の範囲内でセクター毎に異なるが、Deloitte Indonesia が把握している LRT 案件においては、金融機関との交渉を踏まえて 1.0 台前半で設定されているとのことであり、本件の前提条件としては 1.2 で設定した。また、ターゲット Equity IRR の水準は、Deloitte Indonesia が把握している LRT 案件において、マーケットサウンディングをもとに 10%台で設定したとのことであり、類似案件なども参考に 14%で設定した。なお、運営期間終了時の残存価値について、Deloitte Indonesia が把握している LRT 案件においては 0 で想定されていたとのことであり、運営期間終了時のキャッシュインは見込めないとの想定の下、Equity IRR の算出を行っている。借入出資比率については、インドネシアの PPP 案件においては 70:30、もしくは 80:20 が多いとのことであり、本件では 80:20 で設定している。

その他前提条件として、インフレ率については、Deloitte Indonesia の関与案件での前例に則り、運営期間を通じて一定のインフレ率が加味されるように設定した（ただし、Deloitte Indonesia によると、インフレ率については、公共側で独自の見解をもっているケースもあるとのことである）。また、法人税率については、現地税制及び Deloitte Indonesia の関与した過去案件において 25%で財務分析を行っていることを踏まえ、本件においても 25%で計算を行っている。

18.2 前提条件

18.2.1 ベースケースの前提条件

(1) 事業期間

本事業の事業期間は 2024 年～2047 年の 24 年間とする。

- 建設工事の工期は 4 年間（2024 年 4 月 1 日～2027 年 12 月 31 日）
- 運営期間は 20 年間（2028 年 1 月 1 日～2047 年 12 月 31 日）

(2) インフレーション

インフレ率は 3.6%/年で設定する。EIU の 2021 年～2023 年の予測値（2020 年 8 月取得）の平均を使用。

(3) 為替レート

JPY=IDR137.51 で設定する。IMF（International Monetary Fund：国際通貨基金）の IFS（International Financial Statistics：国際金融統計）より取得した 2020 年 5 月時点の為替レートを使用。CAPEX と OPEX の計算に使用している為替レートと同じレートである。

(4) 割引率

7.6%で設定する。2020 年 5 月 1 日時点のインドネシアの 10 年国債利回りを使用。

(5) 税率

インドネシアの法人税率として 25%で設定する。

(6) 資金調達

a) 全般

借入出資比率について、借入を 80%、出資を 20%で設定する。

b) 借入条件

資金調達の融資部分はノンリコースローンにより借入を行う。初期投資費用外貨ポジションを円建て融資により、初期投資費用現地通貨ポジションをルピア建てにより、調達する。

■ 円建て融資

JICA 海外投融資と民間金融機関によるシンジケートローンを想定し、NEXI（Nippon Export and Investment Insurance：日本貿易保険）保険を付保する。借入総額の 70%を調達することとし、金利 3%、据置期間 4 年、返済期間 20 年を想定する。

■ ルピア建て融資

地場金融機関より借入を行う。借入総額の 30%を調達することとし、金利 8%、据置期間 4 年、返済期間 20 年を想定する。

- Minimum DSCR は途上国 AP の案件で適用される凡その平均値 1.20 で設定する。

c) 出資条件

ターゲット Equity IRR は 14% で設定する。

(7) 料金収入

AP の支払いを SPC の全収入とする事業スキームを想定しているため、料金収入は財務分析結果に影響を与えないが、AP と料金収入との比較のために一定の前提を置いて算出を行う。

- 運賃は IDR 9,000/人とし、(2) で設定したインフレ率 3.6%/年に応じて 3 年に一度の運賃改定が行われる想定としている。
- 乗客数は、運賃設定を IDR 9,000/人とした場合の需要予測データを使用（本調査の需要予測結果を使用）。

(8) CAPEX(インフレ率勘案前)

表 18-1 のとおりである。

表 18-1 ベースケースの CAPEX 前提

項目	Million IDR	JPY 百万
Civil Works	4,176,909	30,375
E&M and Rolling Stocks	6,443,803	46,860
Land Acquisition	101,300	737
Consultant Fees	531,036	3,862
Contingency	557,587	4,055
VAT	1,170,933	8,515
Total CAPEX	12,981,568	94,403

出典：JICA 調査団

(9) OPEX

のとおりである。

表 18-2 ベースケースの OPEX 前提

項目	Million IDR	JPY 百万
年間 OPEX (2028～2031 年)	179,939	1,309
年間 OPEX (2032～2038 年)	197,899	1,439
年間 OPEX (2039～)	199,333	1,450
Total OPEX	3,899,046	28,359

出典：JICA 調査団

18.3 分析結果

上記の前提条件を基にキャッシュフローモデルを更新し、ターゲット Equity IRR の 14%程度を確保できるように AP の金額を調整した。結果については以下のとおりである。

18.3.1 ベースケースの結果概要

(1) 収支概要

CAPEX 合計は 12,982,568 million IDR (約 944 億円)、OPEX 合計は 3,899,046 million IDR (約 284 億円) である場合 (前提条件に記載の通り)、AP 総額は 50,433,020 million IDR (約 3,668 億円) となる (表 18-3 参照)。

表 18-3 ベースケースの収支概要

項目	Million IDR	JPY 百万
Availability Payment	50,433,020	366,754
OPEX (Inflation Adjusted)	▲7,432,113	▲54,047
Depreciation	▲15,596,683	▲113,421
Interest Payment	▲8,071,227	▲58,695
Corporate Tax Payments	▲5,063,796	▲36,824
Net Income	14,260,201	103,767

出典：JICA 調査団

(2) 資金調達概要

借入額は 12,948,038million IDR (約 941 億円)、出資額は 3,237,010million IDR (約 235 億円) となる見込みである (表 18-4 参照)。

表 18-4 ベースケースの資金調達概要

項目	Million IDR	JPY 百万
Loan Amount	12,948,038	94,159
Equity Amount	3,237,010	23,540

出典：JICA 調査団

(3) 各種指標

Equity IRR が 14%程度になるように設定してキャッシュフローモデルを回した結果、Project IRR (Project Internal Rate of Return：事業内部収益率)は 8.69%、Average DSCR は 1.89 となった (表 18-5 参照)。一定の採算性・バンカビリティを確保していると考えられる。

表 18- 5 ベースケースの各種指標

項目	結果
Project IRR	8.69%
Equity IRR	13.94%
Average DSCR	1.89

出典：JICA 調査団

(4) AP の内訳

AP の内訳は以下のとおりである（表 18-6 および図 18-1 参照）。主な構成要素は、Dividend（配当）、CAPEX、OPEX、Corporate Tax Payments（法人税支払）、Interest Payment（利息支払）である。Equity IRR 14%を確保するためには、一定程度の配当を確保する必要があり、AP に占める配当の割合が高くなっている。AP の 4 割程度で CAPEX と OPEX が賄われることになる。年間の AP（20 年の単純平均）は 2,521,651million IDR（約 183 億円）が必要となる。

表 18- 6 ベースケースの AP の内訳(金額)

項目	Million IDR	JPY 百万
Dividend	17,236,865	125,348
CAPEX (Inflation Adjusted)	12,813,456	93,181
OPEX (Inflation Adjusted)	7,432,113	54,047
Corporate Tax Payments	5,063,796	36,824
Interest Payment	7,886,790	57,354
Average Payment (合計)	50,433,020	366,754
Average Payment (年あたり)	2,521,651	18,338

出典：JICA 調査団

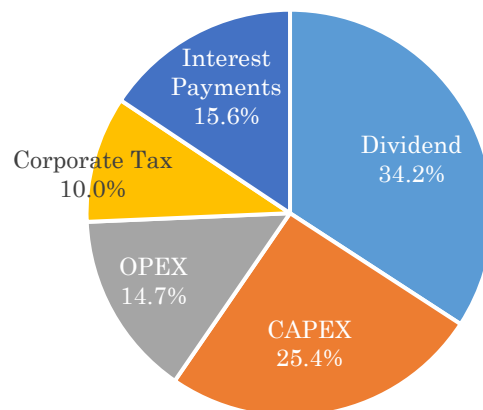


図 18- 1 ベースケースの AP の内訳(割合)

出典：JICA 調査団

(5) 料金収入と財政支出

前提条件に記載のとおり、APの支払いをSPCの全収入とする事業スキームを想定しているため、料金収入は財務分析結果に影響を与えない。以下は、APに対する料金収入と財政支出を把握するために参考として行った分析である。

AP総額は50,433,020million IDR（約3,668億円）に対し、料金収入見込みは13,091,291million IDR（約952億円）であり、料金収入のみでは事業の採算性を確保することは難しいと考えられる（表18-7および図18-2参照）。

表 18-7 ベースケースの AP に対する料金収入と財政支出(金額)

項目	Million IDR	JPY 百万
料金収入	13,091,291	95,201
Availability Payment	▲50,433,020	▲366,754
Corporate Tax	5,063,796	36,824
財政支出(合計)	▲32,277,934	▲234,728

出典：JICA 調査団

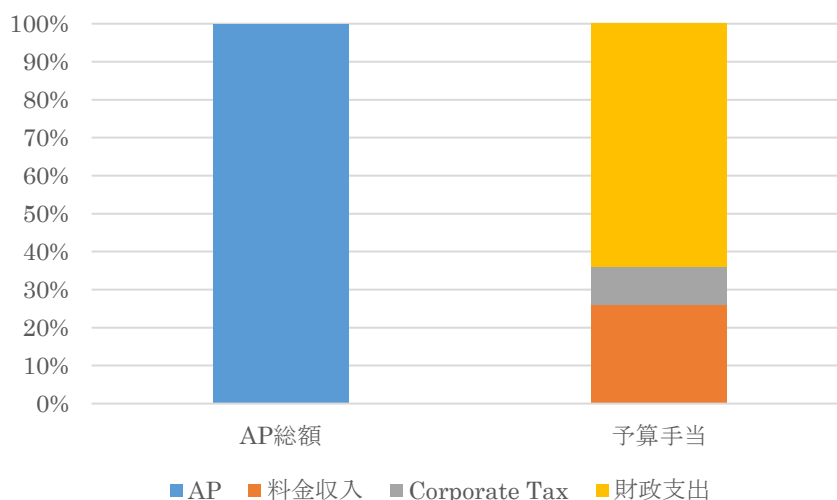


図 18-2 ベースケースの AP に対する料金収入と財政支出(割合)

出典：JICA 調査団

18.4 感度分析

ベースケースでは、年間の AP（20 年の単純平均）は 2,521,651million IDR（約 183 億円）が必要との結果となった。これは、BPTJ の期待値と乖離する。しかしながら、ベースケースでの事業コストを大幅に切り下げることが困難であることから、Civil Works（土木工事）を PPP 事業の対象外とすることで CPAEX を削減するケース（以下、「上下分離ケース」）、CAPEX を車両に限定し、CAPEX を削減するケース（以下、「車両のみのケース」）についても簡易的な分析を行った。

18.4.1 各ケースの前提条件

上下分離ケースと車両のみのケースの CAPEX と OPEX の前提条件は以下の通りである。なお、CAPEX と OPEX 以外はベースケースと同前提である。

(1) 上下分離ケース

Civil Works を PPP 事業の対象外とし、CAPEX 合計を 45.5%削減することを想定する。

a) CAPEX

表 18-8 のとおりである。

表 18-8 上下分離ケースの CAPEX 前提

項目	上下分離ケース			【参考】ベースケース	
	Million IDR	JPY 百万	変化	Million IDR	JPY 百万
Civil Works	0	0	▲100.0%	4,176,909	30,375
E&M and Rolling Stocks	5,831,024	42,404	▲9.5%	6,443,803	46,860
Land Acquisition	0	0	▲100.0%	101,300	737
Consultant Fees	291,551	2,120	▲45.1%	531,036	3,862
Contingency	306,129	2,226	▲45.1%	557,587	4,055
VAT	642,870	4,675	▲45.1%	1,170,933	8,515
Total CAPEX	7,071,575	51,425	▲45.5%	12,981,568	94,403

出典：JICA 調査団

b) OPEX

表 18-9 のとおりである。

表 18-9 上下分離ケースの OPEX 前提

項目	上下分離ケース			【参考】ベースケース	
	Million IDR	JPY 百万	変化	Million IDR	JPY 百万
年間 OPEX (2028～2033 年)	193,279	1,406	-	179,939 (2028～2031 年)	1,309 (2028～2031 年)
年間 OPEX (2034～2043 年)	194,713	1,416	-	197,899 (2032～2038 年)	1,439 (2032～2038 年)
年間 OPEX (2044 年～)	196,499	1,429	-	199,333 (2039 年～)	1,450 (2039 年～)
Total OPEX	3,892,800	28,312	▲0.2%	3,899,046	28,359

出典：JICA 調査団

(2) 車両のみのケース

CAPEX を車両に限定することで、CAPEX 合計を 54.3%削減することを想定する。

a) CAPEX

表 18-10 のとおりである。

表 18-10 車両のみのケースの CAPEX 前提

項目	車両のみのケース			【参考】ベースケース	
	Million IDR	JPY 百万	変化	Million IDR	JPY 百万
Civil Works	0	0	▲100.0%	4,176,909	30,375
E&M and Rolling Stocks	4,894,409	35,593	▲24.0%	6,443,803	46,860
Land Acquisition	0	0	▲100.0%	101,300	737
Consultant Fees	244,720	1,780	▲53.9%	531,036	3,862
Contingency	256,956	1,869	▲53.9%	557,587	4,055
VAT	539,609	3,924	▲53.9%	1,170,933	8,515
Total CAPEX	5,935,694	43,165	▲54.3%	12,981,568	94,403

出典：JICA 調査団

b) OPEX

表 18-11 のとおりである。

表 18- 11 車両のみのケースの OPEX 前提

項目	車両のみのケース			【参考】ペースケース	
	Million IDR	JPY 百万	変化	Million IDR	JPY 百万
年間 OPEX (2028～2033 年)	193, 279	1, 406	-	179, 939 (2028～2031 年)	1, 309 (2028～2031 年)
年間 OPEX (2034～2043 年)	194, 713	1, 416	-	197, 899 (2032～2038 年)	1, 439 (2032～2038 年)
年間 OPEX (2044 年～)	196, 499	1, 429	-	199, 333 (2039 年～)	1, 450 (2039 年～)
Total OPEX	3, 892, 800	28, 312	▲0. 2%	3, 899, 046	28, 359

出典：JICA 調査団

18.4.2 各ケースの結果比較

(1) 収支概要

表 18-12 のとおりである。上下分離ケース（CAPEX 合計を 45.5%削減）において、AP は 50,433,020million IDR（3,668 億円）から 30,449,975million IDR（2,214 億円）となった（AP は約 39.6%削減された）。また、車両のみのケース（CAPEX 合計を 54.3%削減）においては、AP は 14,111,006million IDR（1,026 億円）と更に削減された（AP は約 72.0%削減された）。

表 18-12 上下分離ケース、車両のみのケースの収支概要

<現地通貨建 (Million IDR) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Availability Payment	30,449,975	▲39.6%	14,111,006	▲72.0%	50,433,020
OPEX (Inflation Adjusted)	▲7,387,808	▲0.6%	▲7,387,808	▲0.6%	▲7,432,113
Depreciation	▲8,401,410	▲46.1%	▲2,434,250	▲84.4%	▲15,596,683
Interest Payment	▲4,311,411	▲46.6%	▲1,151,673	▲85.7%	▲8,071,227
Corporate Tax Payments	▲2,707,966	▲46.5%	▲814,083	▲83.9%	▲5,063,796
Net Income	7,641,380	▲46.4%	2,323,192	▲83.7%	14,260,201

<円建 (JPY 百万) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Availability Payment	221,435	▲39.6%	102,617	▲72.0%	366,754
OPEX (Inflation Adjusted)	▲53,725	▲0.6%	▲53,725	▲0.6%	▲54,047
Depreciation	▲61,096	▲46.1%	▲17,702	▲84.4%	▲113,421
Interest Payment	▲31,353	▲46.6%	▲8,375	▲85.7%	▲58,695
Corporate Tax Payments	▲19,693	▲46.5%	▲5,920	▲83.9%	▲36,824
Net Income	▲55,569	▲46.4%	16,894	▲83.7%	103,767

出典：JICA 調査団

(2) 資金調達概要

表 18-13 のとおりである。CAPEX の削減に連動し、資金調達額も減少した。上下分離ケース（CAPEX 合計を 45.5%削減）においては 46.4%減少し、車両のみのケース（CAPEX 合計を 54.3%削減）においては 85.6%減少した。

表 18-13 上下分離ケース、車両のみのケースの資金調達額概要

<現地通貨建 (Million IDR) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Loan Amount	6,934,730	▲46.4%	1,870,233	▲85.6%	12,948,038
Equity Amount	1,733,682	▲46.4%	467,558	▲85.6%	3,237,010

<円建 (JPY 百万) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Loan Amount	50,430	▲46.4%	13,601	▲85.6%	94,159
Equity Amount	12,608	▲46.4%	3,400	▲85.6%	23,540

出典：JICA 調査団

(3) 各種指標

表 18-14 のとおりである。上下分離ケース、車両のみのケースにおいても、ベースケースと同様に Equity IRR が 14%程度になるように設定してキャッシュフローモデルを回した結果、Project IRR、Average DSCR とともに殆ど影響はなかった。

表 18-14 上下分離ケース、車両のみのケースの資金調達額概要

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Project IRR	8.65%	▲0.04%	8.84%	+1.71%	8.69%
Equity IRR	13.96%	-	14.00%	+0.41%	13.94%
Average DSCR	1.89	-	2.04	+7.71%	1.89

出典：JICA 調査団

(4) APの内訳

表 18-15 および図 18-3 のとおりである。上下分離ケース、車両のみのケースともに、APに占める配当の割合が30%以下に抑えられる結果となった。

年間のAP（20年の単純平均）については、上下分離ケースでは1,522,499million IDR（約111億円）、車両のみのケースでは1,325,805million IDR（約96億円）に削減されたが、BPTJの期待値（年間20～30億円）との乖離は解消されなかった。

表 18-15 上下分離ケース、車両のみのケースにおけるAPの内訳(金額)

<現地通貨建 (Million IDR) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Dividend	8,985,617	▲47.9%	2,401,305	▲86.6%	17,236,865
CAPEX (Inflation Adjusted)	7,153,676	▲44.2%	2,379,948	▲81.4%	12,813,456
OPEX (Inflation Adjusted)	7,387,808	▲0.6%	7,387,808	▲0.6%	7,432,113
Corporate Tax Payments	2,707,966	▲46.5%	814,083	▲83.9%	5,063,796
Interest Payment	4,214,908	▲46.6%	1,127,862	▲85.7%	7,886,790
Average Payment (合計)	30,449,975	▲39.6%	14,111,006	▲72.0%	50,433,020
Average Payment (年あたり)	1,522,499	▲39.6%	705,550	▲72.0%	2,521,651

<円建 (JPY 百万) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
Dividend	65,344	▲47.9%	17,463	▲86.6%	125,348
CAPEX (Inflation Adjusted)	52,022	▲44.2%	17,307	▲81.4%	93,181
OPEX (Inflation Adjusted)	53,725	▲0.6%	53,725	▲0.6%	54,047
Corporate Tax Payments	19,693	▲46.5%	5,920	▲83.9%	36,824
Interest Payment	30,651	▲46.6%	8,202	▲85.7%	57,354
Average Payment (合計)	221,435	▲39.6%	102,617	▲72.0%	366,754
Average Payment (年あたり)	11,072	▲39.6%	5,131	▲72.0%	18,338

出典：JICA 調査団

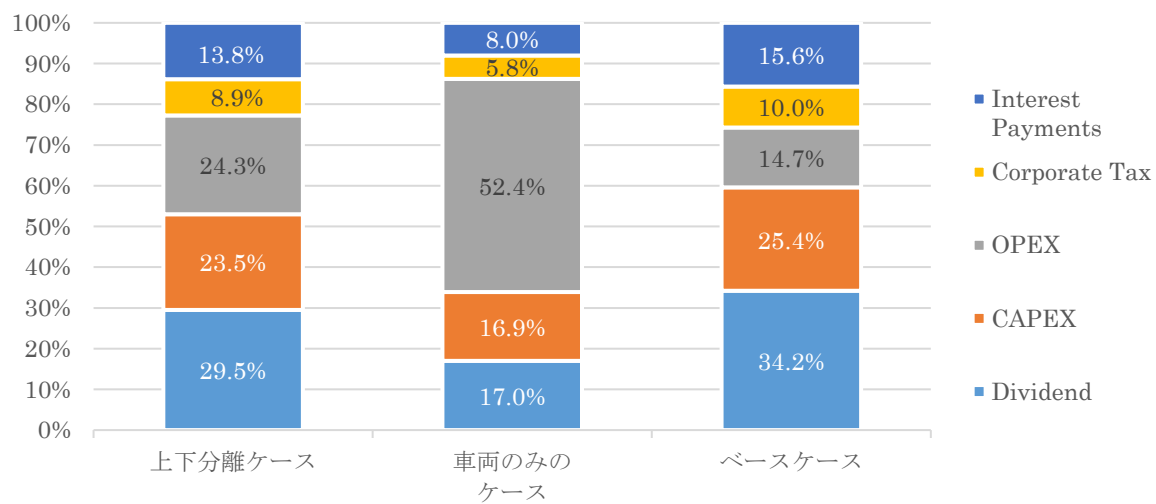


図 18-3 上下分離ケース、車両のみのケースにおける AP の内訳(割合)

出典：JICA 調査団

(5) 料金収入と財政支出

以下は、ベースケースでの分析と同様、AP に対する料金収入と財政支出を把握するための参考として行った分析である（表 18-16 および図 18-4 参照）。

上下分離ケース、車両のみのケースともに、AP 総額に対する料金収入見込みの割合は減少したものの、いずれにせよ料金収入のみでの採算性確保は難しく、政府による相応の財政支出が必要になると考えられる。

表 18-16 上下分離ケース、車両のみのケースにおける AP に対する料金収入と財政支出(金額)

< 現地通貨建 (Million IDR) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
料金収入	13,091,291	-	13,091,291	-	13,091,291
Availability Payment	▲30,449,975	▲39.6%	▲14,111,006	▲72.0%	▲50,433,020
Corporate Tax	2,707,966	▲46.5%	814,083	▲83.9%	5,063,796
財政支出 (合計)	▲14,650,719	▲54.6%	▲205,633	▲99.4%	▲32,277,934

< 円建 (JPY 百万) >

項目	上下分離ケース		車両のみのケース		【参考】 ベースケース
		変化		変化	
料金収入	95,201	-	95,201	-	95,201
Availability Payment	▲221,435	▲39.6%	▲102,617	▲72.0%	▲366,754
Corporate Tax	19,693	▲46.5%	5,920	▲83.9%	36,824
財政支出 (合計)	▲106,542	▲54.6%	▲1,495	▲99.4%	▲234,728

出典：JICA 調査団

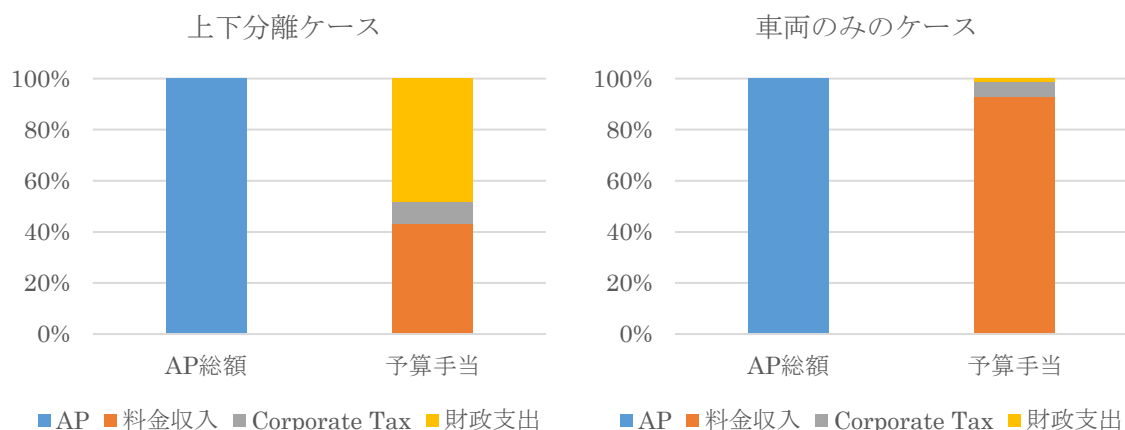


図 18-4 上下分離ケース、車両のみケースにおける AP に対する料金収入と財政支出(割合)

出典：JICA 調査団

18.5 分析結果

フルスコープで事業を実施するベースケースの場合、AP が年間 183 億円程度となり、BPTJ の予算感に合致しない。また、初期投資を見直すべく駅施設の簡略化などの CAPEX を低減したとしても、最低限の事業性を担保するため 8%程度の低減しか実施できず、従って抜本的な AP の低減には寄与しない。他方で、上下分離方式や車両のみケースに事業スキームを変更した場合、一義的な AP の金額は大幅に低減することが可能になる。また、インドネシア政府全体での公共事業・PPP 事業も加味した費用負担という観点においても、円借款やアジア開発銀行などのローンが活用できる場合は、金融コストの大幅な低減も可能になる。係る点も踏まえて、BPTJ としては PPP の枠組みを活用しながらも、上下分離など公共事業とのハイブリッドで事業を推進していくことが望ましい。

なお、仮に上下分離などの公共事業とのハイブリッドで事業を実施した場合、円借款やアジア開発銀行のローンを活用できたとしても、当該借入分に係る財政負担として総額 6,329,199 Million IDR～12,823,142 Million IDR(約 460 億円～932 億円)の借入負担、中進国の固定金利の一般条件 1.4%とすると 1,130,420Million ~IDR2,273,326Million IDR(約 82 億円～165 億円)の金利負担、償還期間 20 年間に於いて毎年 372,979Million IDR～641,157Million IDR(約 27 億円～46 億円)の返済義務が生じる点は留意する必要がある。加えて、LVC (Land Value Capture : 土地開発利益還元)などの新たな仕組みが活用できれば、AP を低減できる可能性があるため、インドネシアにおける法的・商業的有用性について検討されることが望ましい。

19. リスク分析

当事業を運営するにあたって特に留意が必要となる事業リスク、及び望ましい官民のリスク分担を表 19-1 のとおり整理した。なお、インドネシアにおける官民のリスク分担は IIGF (Indonesia Infrastructure Guarantee Fund: インドネシアインフラ補償基金) が 2021 年度に公表しているガイドラインに準拠する必要があるため、今後 OBC・FBC プロセスの中でギャップ分析を実施することが望ましい。

表 19-1 リスク分担表

リスク分類		分担			軽減策
		官	民	共通	
用地取得リスク	事業実施予定値の用地取得に伴うリスク。用地取得が支援することで、建設や運営が遅延し、結果的にコスト増加・収入が減少する。			○	原則的には官側が用地取得については担保する必要がある。当事業の事業予定地の土地は、地場ディベロッパーが所有しているため、当リスクを軽減するためには用地取得計画を策定する中で、早めにこれらディベロッパーとの土地のリース契約や購入契約を政府として検討する必要がある。
建設リスク	建設が遅延したり施設の欠陥が生じたことにより、事業運営期間が遅延したり、建設費が増加するリスク。		○		通常、民間事業者が負担する。当リスクは EPC に完工保証をさせたりすることで軽減することが一般的。
オペレーションリスク	業務提供の質が低下することで収入が減少し、施設等に技術的問題が生じたことで運営費用が増加するリスク。		○		通常は運営実績の豊富な企業と O&M 契約を締結し、加えてオペレーションリスクにより収入・費用が増減する場合は O&M 会社にパススルーすることでリスクを軽減する。

ファイナンスリスク	融資条件によって金融コストが増減し資金調達が十分調達できないリスク。		○		通常は SPC が負うことになる。他方で、事業スキームを安定的な形態（Availability Payment を導入する等）し、金利固定化スワップを導入するなど、ヘッジの手法は多数ある。
ライダーシップリスク	利用者数の増減に伴うリスク	○			鉄道事業の需要リスクは予見性が極めて困難であるため、通常は Availability Payment や収入保証を政府が差し入れる。
収入リスク	TOD 等その他リスク		○		TOD 等の収入リスクについては SPC が負うことになるが、金額も限定的。
インフレリスク	インフレの発生により建設や O&M のコストが増減するリスク			○	インフレリスクは民間に寄せられるが、他方で、EPC 契約・O&M 契約でパススルーすることになるため、通常は SPC の事業収支がないようにする。他方で、ハイパーインフレのような事象が起きた場合は、政府がコスト増加を負担するのが一般的。
法規制リスク	関連法規制が変更することにより事業性に営業が生じるリスク	○			通常は官側が負担するのが一般的。インドネシアの場合は一部 IIGF によ

					ってカバーされるケースもあり。
フォースマ ジュール	自然災害等により事業 収支に影響が生じるリ スク			○	事前の契約上の取り決め に加えて、定義されてい ない事象が生じた場合は 負担方法について公共・ 民間で協議をすることも ある。なお、インドネシ アの場合、IIGF の保証で カバーできる場合もあ る。

凡例：

EPC (Engineering, Procurement and Construction : 設計・調達・建設)

出典：JICA 調査団

20. 政府支援に係る分析

当事業における政府支援について、IIGF による債務保証、SMI (PT Sarana Multi Infrastruktur : 国営インフラ融資会社) ・IIF といった財務省傘下の機関による各種サポート・融資が考えられる。またこれに加えて、AP についても政府支援として拠出することが期待される。

20.1 IIGF による債務保証

IIGF は財務省 100%出資によるインフラ保証機関であり、IIGF が供与する債務保証によって GCA の債務履行能力が補強されるため、当事業においても IIGF の活用は必要と考えられる。IIGF は当事業においてもすでに政府側の検討メンバーとして関与しており、今後、PPP Book における優先プロジェクトに選定された場合、OBC フェーズ・FBC フェーズ、またその後の入札フェーズにおいても同様に検討メンバーとして関与し、係るプロセスの中で IIGF としての事業審査を実施することとなる。

20.2 SMI・IIF による支援

SMI ・ IIF は財務省及び多国籍機関・国際金融機関が出資を拠出している半官半民の金融機関であり、両機関ともに競争力の高い融資条件を供与することができることに加えて、GCA とともに OBC フェーズ・FBC フェーズの官側アドバイザーとして事業検討を実施することも可能である。このような機能も踏まえて、今後のプロセスにおいて最大限活用することを検討することが望まれる。

20.3 AP

当事業における PPP 事業としての成立要件として、政府による AP の拠出は必須であるものと考えられる。AP の拠出にあたっては、GCA が予算確保する上で MOF 及び MOHA (Ministry of Home Affairs : 内務省) による承認が必要となるため、両省との早期段階からの調整が必要となる。

21. 法務分析

法務分析では関連する法規制が多岐にわたるため、重要な論点に絞って今後 OBC プロセス以降に実施される事業性調査で留意する必要がある点を分析した。

21.1 PPP 及び鉄道事業関連の法規制

MOT は鉄道事業実施にあたって制定していた MOT Regulation 15/2016 を破棄するなど、多数の規定改定を実施しており、今後 OBC プロセス以降で実施する事業性調査では直近の改定を十分に踏まえる必要がある。

また、Law 23/2007 Article5 では、鉄道事業を公共運営事業と民間運営事業に分類しており、双方の立場によって政府から受けられるサポートも異なるため、いずれかの定義に分類されるか留意する必要がある。

加えて、鉄道事業を PPP 事業として運営する場合、Bappenas Regulation 4/2015 に定められている要件に準拠する必要があるため、係る観点から今後精査が必要となる。

21.2 事業者設立に関連する法規制

Presidential Regulation 38/2015 及び Bappenas Regulation 4/2015 にて、優先交渉権者は GCA から選定された後、6 ヶ月以内に SPC を設立することを義務付けており、加えて SPC 設立から 40 日以内に事業運営に関する協力合意書 (Cooperation Agreement) の締結を定めている。したがって、OBC・FBC プロセスでは事業者と締結する協力合意書についてもドラフトを作成する必要がある。

21.3 環境規制

インドネシア政府は環境規制を強化しており、直近で公布された規制 (GR (Government Regulation: 政府規制) 22/2021 及び MOEF (Ministry of Economy and Finance: 経済財政部) 4/2021) との整合性についても今後分析をする必要がある。加えて、環境影響の高い事業を実施する場合は、Law 32/2009 に基づき環境影響評価 (Environmental Impact Analysis/AMDAL document) を実施し、そのうえで許認可を取得する必要があるため、係る点について今後精査が必要になる。

21.4 用地取得

Presidential Regulation 38/2015 の Article 36 にて事業に関連した用地取得について、PPP 事業を実施する場合は GCA が用地取得を実施することを義務付けている。加えて、新たな規則 GR 19/2021 の Article4 にて用地取得の調達計画を GCA が策定することを義務付けているため、OBC・FBC プロセスでは BPTJ は土地取得の調達計画についても作成する必要がある。

21.5 AP

図 21-1 のとおり AP を申請するにあたって、OBC より前段のプロセスから MOF に申請する必要があるため、早期に対応することが望まれる。

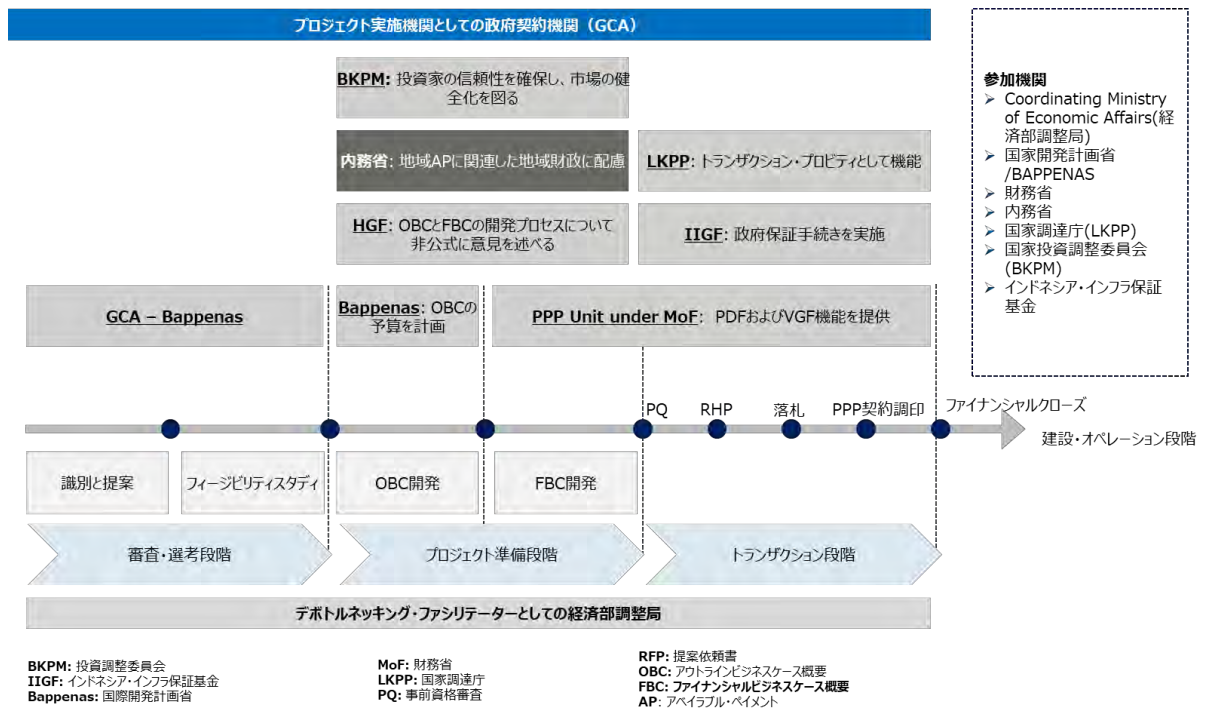


図 21- 1 AP 申請プロセス

出典 : BAPPENAS PPP BOOK 2018

22. 資金調達の見直し

SPC の必要資金に関しては、AP の適用を前提とすると、プロジェクトファイナンススキームを活用して相応のレバレッジ比率を期待できるため、暫定案として 80%を融資、20%を出資で調達することを想定している。

22.1 融資調達部分

負債部分については主に JICA 海外投融資及び NEXI 保証スキームを活用しながら、現地金融市場での調達条件と比べて競争力のあるスキームを構築することを目指している。

(1) JICA 海外投融資及び民間 NEXI 保証ファシリティ(円建て)

融資額総額の約 70%を想定（初期投資費用の内、約 70%は円建てポジション。その内、約半分は JICA 海外投融資、残り半分は民間市中銀行）しており、以下のとおりの想定。

- 金利：3%
- 償還期間：20 年
- 据置期間：4 年（建設期間）
- 調達通貨：円建て
- 金利：固定スワップの差し入れを想定
- 論点：海外投融資制度を中心としたスキームの場合、金利・期間に関して、地場通貨での調達条件と比較すると有利になることが予想される一方で、為替リスクについては留意が必要になる。なお、IPP 事業のように AP の支払通貨をハードカレンシーとする、あるいはトルコの PPP 制度のように為替差損を PPP 契約の中で政府側に負担させることはできないことを確認しており、円建てでの資金調達は日本企業が参入するにあたって主な論点になることが予想される。

(2) 地場通貨ファシリティ

融資額総額約 30%は地場通貨の活用を想定しており、以下のとおりの条件を想定。

- 金利：8%
- 償還期間：15 年
- 据置期間：4 年（建設期間）
- 調達通貨：ルピア
- 金利：固定スワップの差し入れを想定
- 論点：地場通貨で資金調達をする場合、調達金利については円建てファシリティと比較すると金利・期間ともに大幅に競争力に劣る一方で、SMI・IIF（Institute of International Finance：国際金融研究所）等の公的金融機関を活用すれば、有利な調達条件を引き出せる可能性が高い。従って、可能な限り SMI・IIF からの資金調達を目指す必要があるが、SMI・IIF とともに 1 件あたりの資金拠出能力は相対的に低いことに留意する必要がある。

22.2 資本調達部分

資本部分については、本事業に関心のある日本側企業が中心となり、加えて JOIN（Japan Overseas Infrastructure：海外交通・都市開発事業支援機構）等の出資を活用し、過半以上の資本構成を日本側企業が担うことを想定している。他方で、インドネシア側デベロッパーの関与も必須となることから、一定程度は現地企業が出資を拠出することが想定される。従って、日本側企業・地場企業相応の投資目線（IRR・投資回収期間・事業リスク等）を加味する必要がある。

III. 総括

23. 調査のまとめ

23.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトのシステム等の概要は以下の通りである。

(1) 導入システム

導入システムは、チカランの新しい拠点都市整備にふさわしい機能を有する中量輸送システムの AGT とする（図 23-1 および図 23-2 参照）。



図 23-1 導入システム(AGT)

出典：JICA 調査団

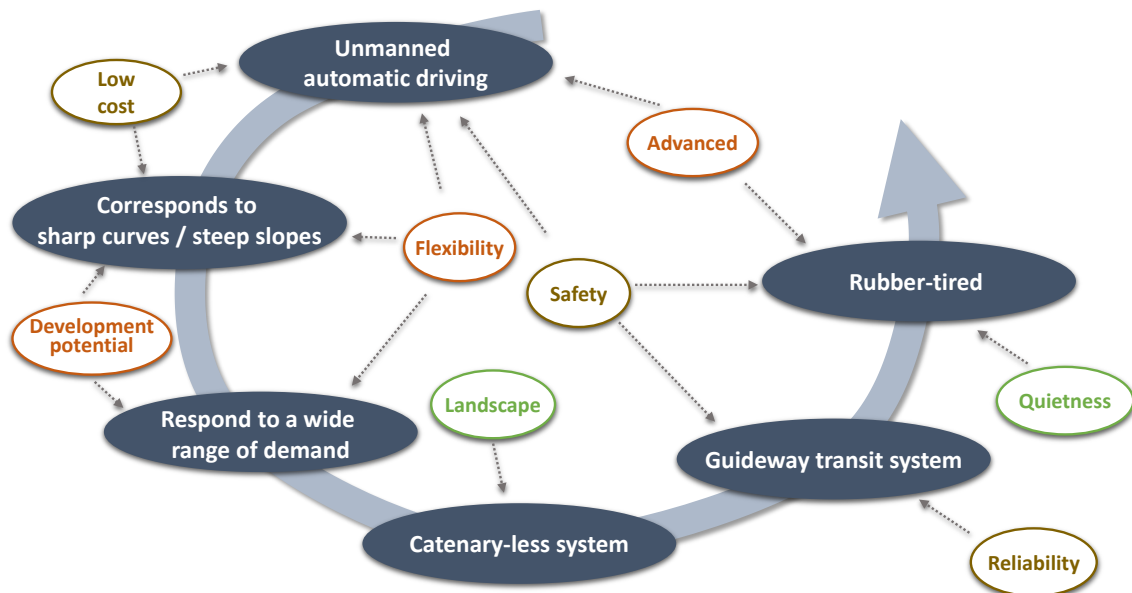


図 23-2 新しい拠点都市チカラン交通システム(AGT)の機能

出典：JICA 調査団

(2) 導入ルート

導入ルートは Lemah Abang 駅～リッポーチカラン開発エリアまでの約 12km とする。デポはリッポーチカラン開発エリア内に設置する（図 23-3 参照）。

- Lemah Abang 駅～リッポーチカラン開発エリア 延長 11.9km、駅数 11 駅
- 車両基地：リッポーチカラン開発エリア

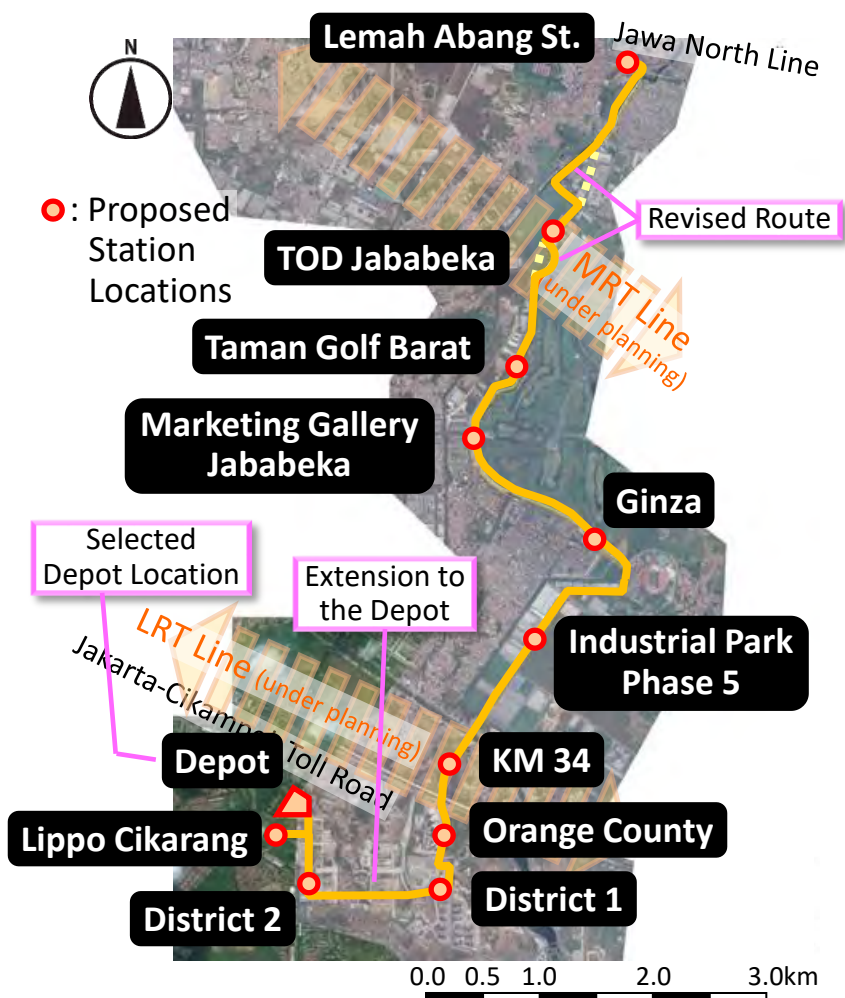


図 23-3 導入ルート及び駅位置図

出典：JICA 調査団

(3) 将来需要

将来需要はインドネシア国内の運賃水準を踏まえ約 74,000 人/日（2028 年、運賃 9,000IDR（65 円））とする（表 23-1 参照）。

表 23-1 各運賃ケースによる開業時(2028 年)1 日当たり利用者数の推計結果

運賃 [IDR]	4,500	6,000	9,000	14,000
開業時(2028年)利用者数 [人/日]	212,640	146,980	73,990	30,840

出典：JICA 調査団

各運賃ケースによる年間利用者数の推移は図 23-4 のとおりである。周辺の開発計画の進捗に伴い、開業当初と比べて年間利用者数は 2052 年には約 1.6 倍に、2070 年には約 1.8 倍となる。

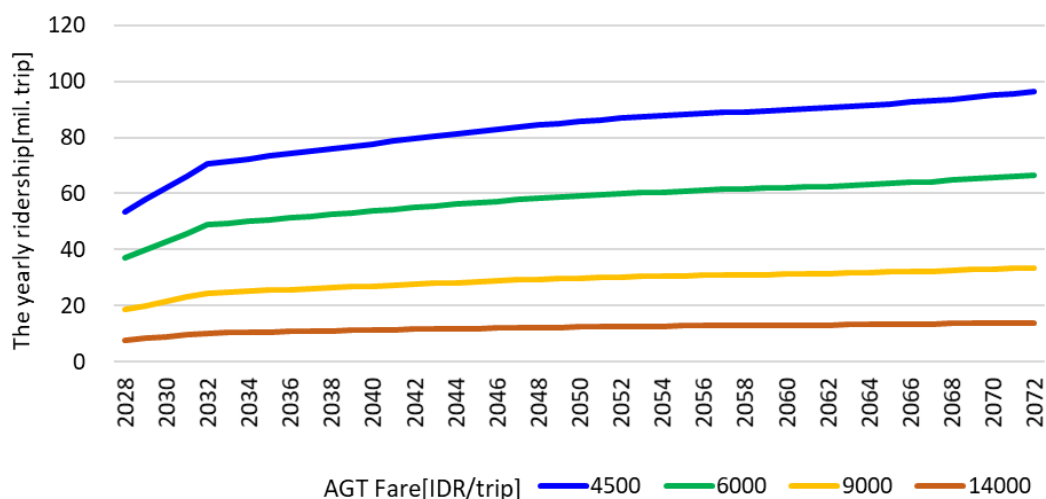


図 23-4 各運賃ケースによる年間利用者数の推移

出典：JICA 調査団

(4) 事業費

表 23-2 のとおり、AGT の初期コストは約 13 trillion IDR (約 900 億円) となり、駅設備の簡略化等によるコスト削減を見込む場合は約 11 trillion IDR (約 800 億円) となる。

表 23- 2 事業費算定結果

単位 : Billion IDR

Items	Case	Base Case			Cost Reduced Case			Change Factor (Base → Cost Reduced)
		Initial	Add.	Total	Initial	Add.	Total	
Civil Works		4,156	21	4,177	3,148	25	3,173	Running on the ground level in some sections, Reduction of a concourse floor of elevated stations
Rolling Stock/ E&M		6,180	264	6,444	5,580	251	5,831	<ul style="list-style-type: none"> Reduction of rolling stock (64→56 cars), Manual operation Manual operation, Simplified station equipment
Others		1,161	29	1,190	996	28	1,024	
Land Acquisition		101	0	101	101	0	101	Reduced by the above costs
Consulting Fee		517	14	531	436	14	450	Reduced by the above costs
Contingency		543	15	558	458	14	473	Reduced by the above costs
Value-added Tax		1,139	31	1,171	962	30	993	
Total		12,636	346	12,982	10,687	334	11,021	

出典 : JICA 調査団

本事業の事業費は、インドネシア国内や周辺アジア諸国の LRT プロジェクトと同レベルとなっている (表 23-3 参照)。

表 23- 3 その他 LRT プロジェクトにおける事業費

単位 : Billion IDR/km

Projects	Cikarang AGT		Jakarta LRT	LRT Kelana Jaya Line (Malaysia)	Manila LRT (Philippines)
	Base Case	Cost Reduced Case			
CAPEX (IDR Billion/km)	1,063	899	1,103	810	900

出典 : JICA 調査団

(5) 整備スキーム

整備スキームは、図 23-5 のとおり、AP を前提とした PPP スキームとする。

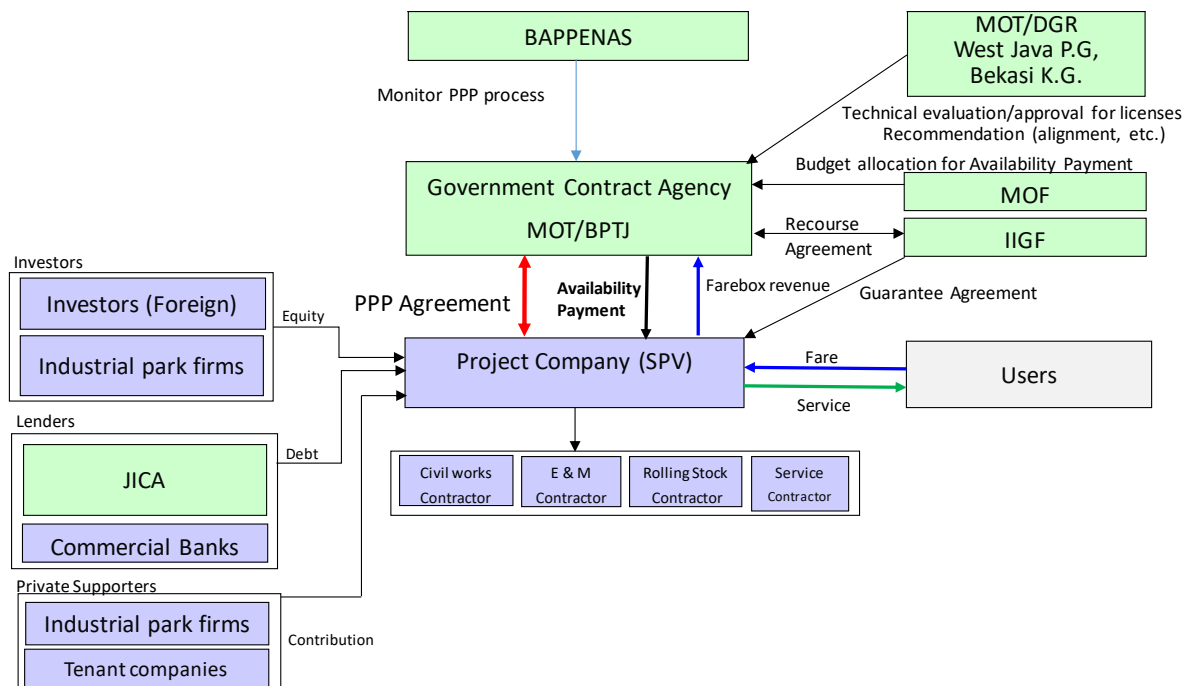


図 23-5 本事業の整備スキーム

出典：JICA 調査団

(6) 財務分析

PPP スキームでの財務分析結果は、表 23-4 のとおり、年間平均 AP 2.5 trillion IDR (180 億円) (Base Case) ~2.2 trillion IDR (約 160 億円) (Cost Reduced Case) となり、運賃収入を考慮した実質的な行政負担額は 1.6 trillion IDR (約 120 億円) (Base Case) ~1.3 trillion IDR (100 億円) (Cost Reduced Case) と見込まれた。

表 23-4 財務分析結果

単位：Million IDR, Million JPY

Item	Phase 2 Base Case (Operation period: 20 years)		Phase 2 Cost Reduced Case (Operation period: 20 years)	
	IDR m	JPY m	IDR m	JPY m
Total Availability Payment*	50,433,020	366,754	43,744,033	318,111
⇒ Consider Fare Revenues and Tax Revenues	32,277,934	234,728	26,288,475	191,173
Annual Average of Availability Payment*	2,521,651	18,338	2,187,202	15,906
⇒ Consider Fare Revenues and Tax Revenues	1,613,897	11,736	1,314,424	9,559
Total CAPEX (Inflation Adjusted)	15,866,029	115,379	12,883,050	93,687
Total OPEX (Inflation Adjusted)	7,432,113	54,047	7,357,548	53,505
Total Debt Amount	12,948,038	94,159	10,950,918	79,636
Total Interest Payment	8,071,227	58,695	8,392,117	49,828
Project IRR	8.69%		8.84%	
Equity IRR	13.94%		14.00%	
Average DSCR	1.89		1.88	

出典：JICA 調査団

(7) 社会経済効果

費用便益分析の結果は図 23-6 のとおりであり、B/C は 1.25 (Base Case) ~1.44 (Cost Reduced Case) といずれのケースにおいても 1 を超えた。経済価値ベースの内部収益率は 10.04% (Base Case) ~10.72% (Cost Reduced Case) といずれのケースにおいても 10% を超えた。

また、Value for Money は図 23-7 に示すとおりとなり、20.85% (Base Case) ~21.80% (Cost Reduced Case) といずれのケースにおいても 20% を超えた。

以上より、本事業の社会経済効果は以下のように社会的にも投資価値があるという結果が得られた。

	Base Case	Cost Reduced Case	
Economic IRR	10.04 %	10.72 %	
B/C	1.25	1.44	(IDR m)
Item	Base Case (Present Value)	Cost Reduced Case (Present Value)	
Cost			
CAPEX*	-8,245,102	-6,942,031	
OPEX*	-1,381,692	-1,408,496	
Cost Total	-9,626,795	-8,350,769	
Benefit			
Travel time cost saving	4,925,032	4,925,032	
Greenhouse gas reductions	1,552	1,552	
Vehicle operational cost reduction	1,090,718	1,090,718	
Increases in property price	5,998,169	5,998,169	
Benefit Total	12,015,471	12,015,471	
Grand total	2,388,676	3,664,701	

図 23- 6 費用便益分析結果

出典：JICA 調査団

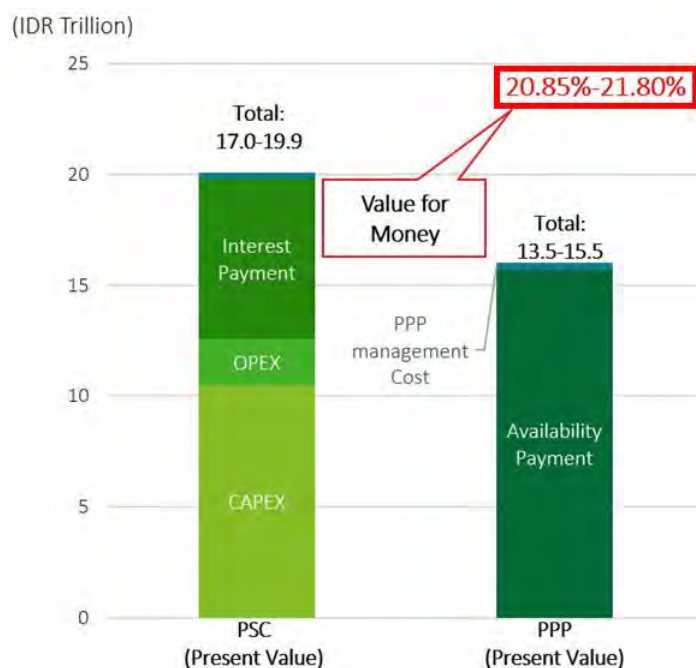


図 23- 7 Value for Money 算定結果

出典：JICA 調査団

23.2 代替(案)の分析概要

PPP スキームでの財務分析結果を受け、インドネシア側から AP の額が大きいことが課題であり、その削減方策の提案を求められたため代替スキームでの提案を行った。このため、以下のような前提条件の見直しを仮定して代替(案)での分析を行った。

23.2.1 前提条件の見直し

(1) 整備駅数の見直し

フェーズ 1 から増えた 4 駅（ピンク色の駅）は開業時未整備とする（図 23-8 参照）。なお、開業時はフィーダー交通の整備で対応し、開発状況に応じて関係機関で 4 駅整備について協議を行うものとした。

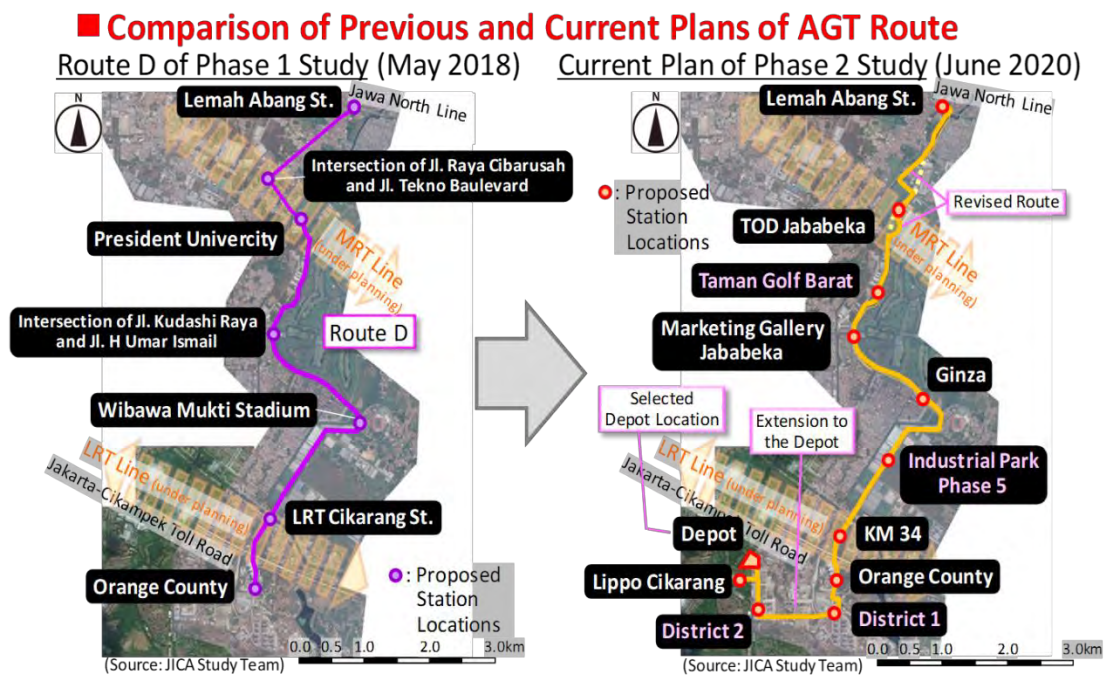


図 23- 8 開業時未整備の対象となる駅(右図ピンク色字の駅)

出典：JICA 調査団

(2) 車両数の見直し

車両の乗車密度と予備編成の見直しにより車両数を見直した。

- ・ 立ち席密度の見直し：6 人/m²・70kg/人→8 人/m²・60kg/人に変更
(定員を 130 人/両→153 人/両)
- ＊ 欧米人とアジア人の体格の違いによる車両定員の見直し
- ・ 予備編成の見直し：3 編成→2 編成に変更

(3) デポ用地費用リースへの見直し


デポ用地に必要な土地（約 4ha）は買取ではなく、リース契約を仮定する。その際、デポ上空での収益施設整備等により、土地使用料を AP に反映させないデポ用地負担方策を関係機関で協議する。

(4) コスト見直し結果

以上の前提条件の見直しを仮定した場合の事業費は表 23-5 のとおりである。

表 23-5 前提条件見直し前後における事業費比較

Projects Items	Cikarang AGT Base Case		
	(IDR Billion)	(/km)	(%)
Total Length	11.9 km		
No. of Stations	11 stations		
Costs	(IDR Billion)	(/km)	(%)
Total CAPEX	12,636	1,063	100
Civil Works	4,859	409	38
RS/ E&M	7,207	607	57
Depot	569	48	5
Source	JICA Study Team		



Projects Items	Cikarang AGT Revised Cost			
	(IDR Billion)	(/km)	(%)	(%)
Total Length	11.9 km			
No. of Stations	7 stations			
Costs	(IDR Billion)	(/km)	(%)	(%)
Initial CAPEX	11,617 (-1,019)	977 (-86)	100	
Civil Works	4,337 (-522)	365 (-44)	37	
RS/ E&M	6,812 (-395)	573 (-33)	59	
Depot	468 (-101)	39 (-9)	4	
Source	JICA Study Team			

出典：JICA 調査団

注釈：RS (Rolling Stock)：車両

23.2.2 代替(案)の財務分析

AP 額の削減の観点から上下分離による公的資金（円借款等）との併用スキームを想定して財務分析を行った。

(1) 代替スキーム

本事業は交通円滑化や新たなまちづくり等も踏まえたジャカルタ都市圏全体の都市構造誘導など、様々な社会的・公益的効果も見込まれるため、上下分離の考え方を踏まえて、代替スキームとして PPP 事業と公的資金（円借款やアジア開発銀行ローンなど）併用による以下の 2 つのスキームを仮定した。なお、公的資金と PPP 事業併用には、LVC と PPP の組み合わせも考えられるが、LVC は TOD 開発資金調達に有効な手法であるものの、倒産隔離の観点から PPP 事業への適用にはそぐわない点等を踏まえ、代替スキーム分析からは除外した。さらに、AP 削減の観点からは、Equity を増やす方策も考えられるが、財務分析の Equity IRR 14%確保の前提条件を踏まえると、借入金の元利返済額が減少する代わりに、その分配当額をカバーするために AP 額を増やす必要があるため出資比率を増やす方策も代替スキームから除外した。

○代替スキーム A（図 23-9 参照）

- ・公的資金対象（円借款等）：交通インフラとして交通基盤（土木）施設
- ・PPP 対象：運行に関わる施設（車両、E&M、O&M）

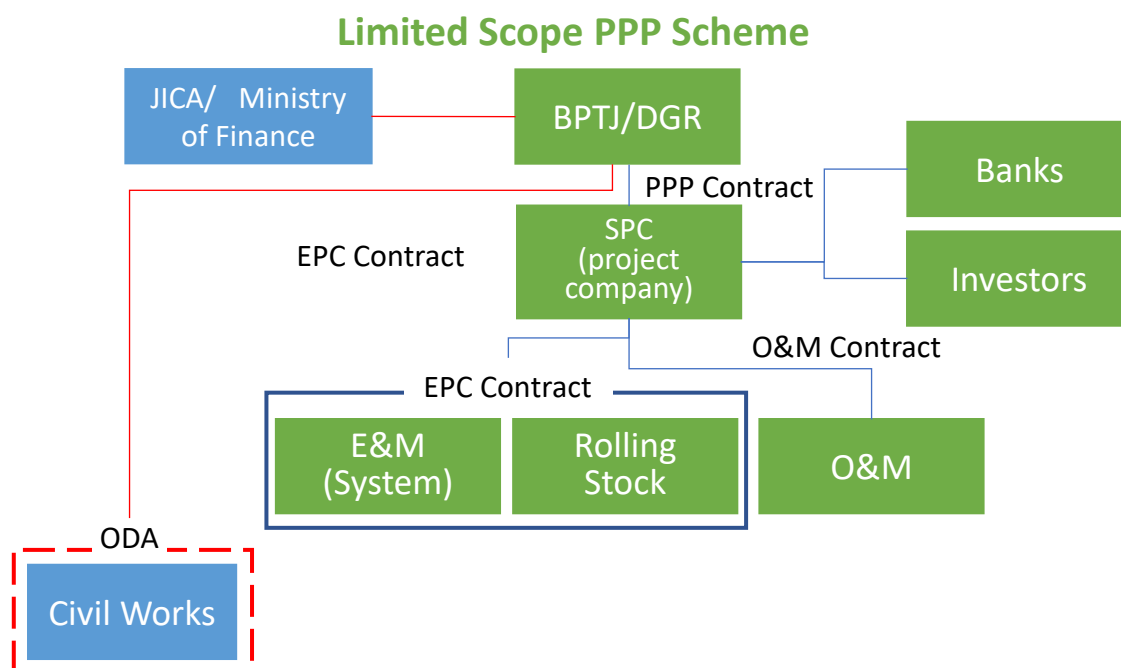


図 23-9 代替スキーム A

出典：JICA 調査団

○代替スキーム B (図 23-10 参照)

- ・ 公的資金対象 (円借款等) : 交通インフラとして交通基盤 (土木) 施設及び E&M
- ・ PPP 対象 : 運行に関わる施設 (車両、O&M)

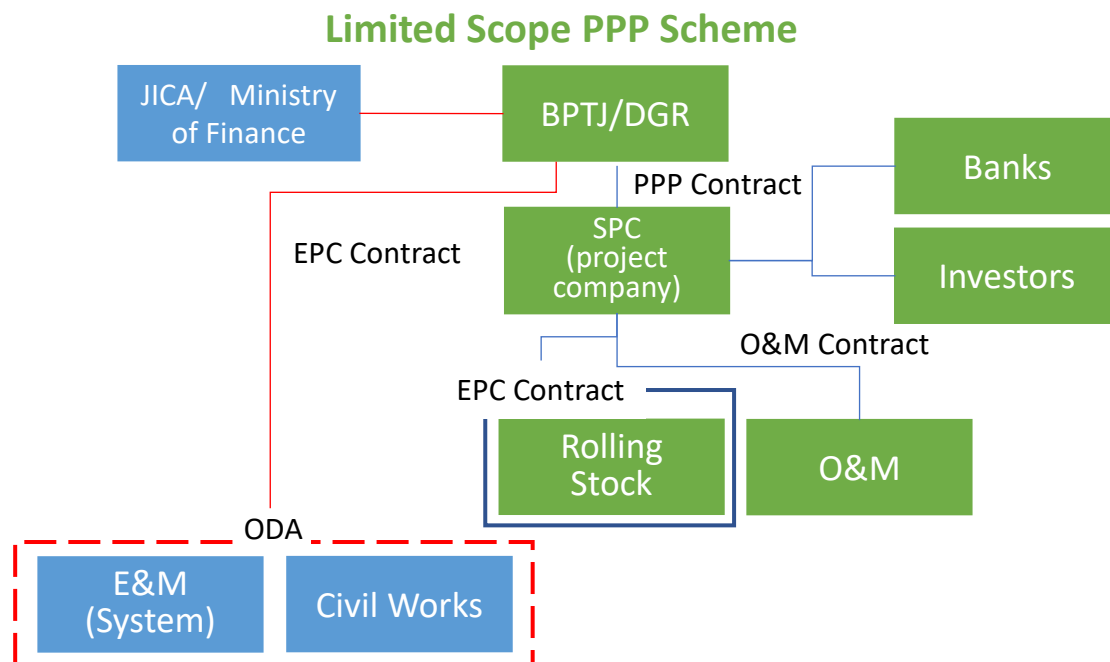


図 23-10 代替スキーム B

出典 : JICA 調査団

なお、AP 額は以下の図 23-11 のように、PPP 事業の対象範囲によって大きく変動することとなる。

Pattern	Public or Developer (Assumption: ODA loans or Developer-funded)	Private (Assumption: PPP)
Pattern 1	Civil Works/Land	Track/E&M Rolling Stock Operation
Pattern 2	Civil Works/Land Track/E&M	Rolling Stock Operation
Pattern 3	Civil Works/Land Track/E&M Rolling Stock	Operation

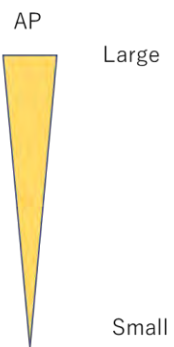


図 23- 11 PPP 事業対象範囲と AP 額の変動

出典：JICA 調査団

(2) 財務分析結果

円借款（償還期間 20 年間・中進国の固定金利の一般条件 1.4%）やアジア開発銀行ローンの活用を想定して、PPP 事業と上下分離などの公共事業とのハイブリッド事業を仮定した場合は、PPP 事業の AP 額は Base Case と比較して 3~7 割削減されることが見込まれた。ただし、元利金合計で 6~13 Trillion IDR（約 460~932 億円）の円借款やアジア開発銀行などからの借り入れが必要で、金利総額は 1.1~2.3 Trillion IDR（約 82~165 億円）、償還期間 20 年間において毎年 370Billion IDR~640Billion IDR（約 27~46 億円）の返済義務が生じる点は留意する必要がある。

○代替スキーム A（表 23-6 および図 23-12 参照）

AP : approx. 33% reduction

⇒ Annual Average of AP : 2,521 → 1,522 billion IDR（約 180→110 億円）（△40%）

⇒ Total AP : 46,430 → 30,450 billion IDR（約 340→220 億円）（△34%）

表 23-6 財務分析結果(代替スキーム A)

単位 : Million IDR

Item	Limited Case
Revenue	
Availability Payment	30,449,975
(Annual Amount)	(1,522,499)
Cost	
OPEX	▲7,387,808
CAPEX	▲8,790,855
Net Income	7,641,380
Required Debt Amounts	6,934,730
Required Equity Amounts	1,733,682
DE Ratio	80:20
PIRR	8.65%
EIRR	13.96%

出典 : JICA 調査団

注釈 : DE Ration (Debt Equity Ratio)

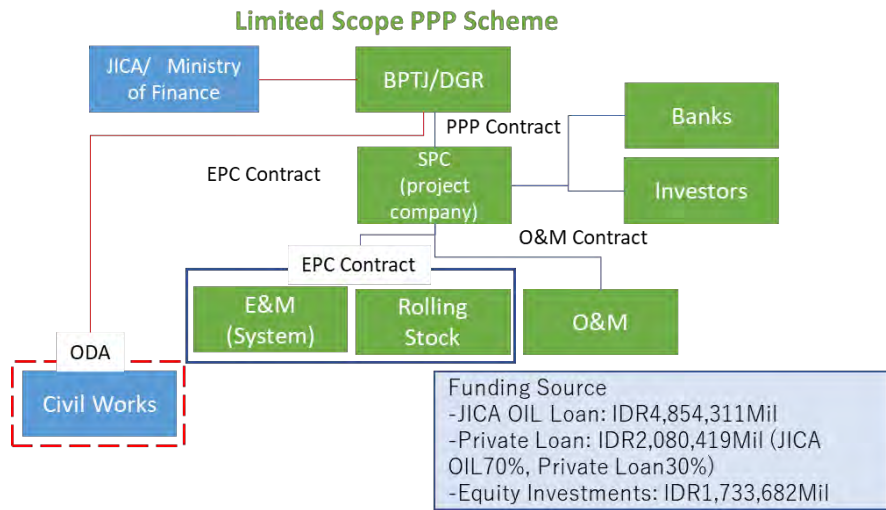


図 23- 12 代替スキーム A 及び SPC 資金調達

出典：JICA 調査団

○代替スキーム B (表 23-7 および図 23-13 参照)

AP : approx. 69% reduction

⇒ Annual Average of AP : 2,521 →706 billion IDR (約 180→50 億円) (△72%)

⇒ Total AP : 46,430 →14,111 billion IDR (約 340→100 億円) (△70%)

表 23- 7 財務分析結果(代替スキーム B)

単位 : Million IDR

Item	Limited Case
Revenue	
Availability Payment	14,111,006
(Annual Amount)	(705,550)
Cost	
OPEX	▲7,387,808
CAPEX	▲2,823,695
Net Income	2,323,192
Required Debt Amounts	1,870,233
Required Equity Amounts	467,558
DE Ratio	80:20
PIRR	8.84%
EIRR	14.00%

出典 : JICA 調査団

注釈 : DE Ration (Debt Equity Ratio)

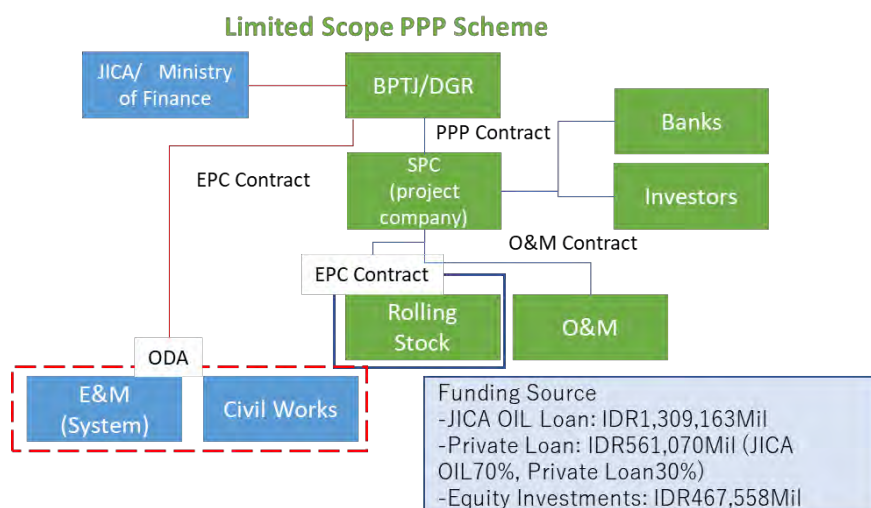


図 23- 13 代替スキーム B 及び SPC 資金調達

出典 : JICA 調査団

一方で、運賃収入を考慮した実質的な行政負担額は年々減少に推移し（表 23-8 参照）、代替スキーム B では開業 16 年目頃から運賃収入が AP 額を上回る状況が見込まれる（図 23-14 参照）。

表 23- 8 運賃収入を考慮した実質 AP 負担額(代替スキーム B)

単位：Million IDR

	Another Case
Total AP Amounts	14,460,778 m
Fair Revenue	13,091,291 m
Theoretical BPTJ's Expenditure	1,369,487 m

出典：JICA 調査団

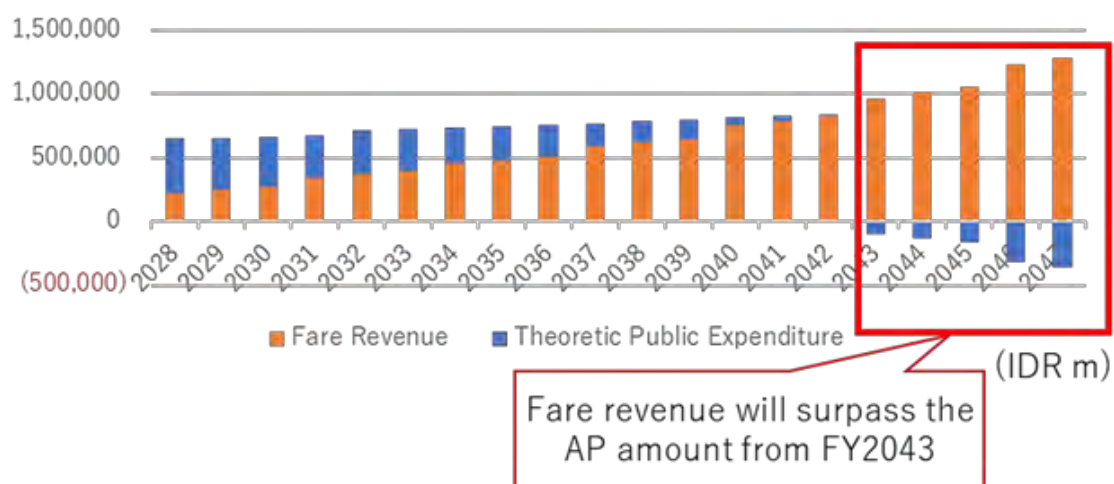


図 23- 14 運賃収入と実質 AP 負担額の推移(代替スキーム B)

出典：JICA 調査団

23.3 関係機関の役割分担等

本スタディ結果を受けて、インドネシア政府側で提案スキームの選択を行うとともに、関係機関の以下の役割分担の下に、プロジェクト推進を図って行くものとする。

(1) MOT

- ・ GCA を担う
- ・ 財務省との AP 予算確保の手続き（対 MOF）
- ・ 通勤線のチカラン～レムアバン駅までの電化延伸の確実な実行支援
- ・ 上下分離による公的資金適用の手続き（対 MOF と Bappenas）→ 代替スキームの場合

(2) BPTJ/MOT

- ・ プロジェクトの実行機関としての役割を担い、SPC と PPP の合意を図る
- ・ プロジェクト各フェーズ（選定、準備、契約、建設・運営等）に向けた全体マネジメント
- ・ PPP Book への登録、及び 国家プロジェクトとしての位置づけ

(3) DGR/MOT

- ・ プロジェクトのライセンス取得に要求される技術的評価や承認等（ブカシ県と協働）
 - ・ 通勤線のチカラン～レムアバン駅までの電化延伸の確実な実行支援
- *DGR (Directorate General of Railways : 鉄道総局)

(4) 西ジャワ州

- ・ Province Spatial Plan に明確に位置付ける
- ・ 州政府に関わる用地確保等の実行
- ・ AGT 関連施設整備や TOD 実施に向けたデベロッパーとの協働・支援

(5) ブカシ県

- ・ Regency Spatial Plan に明確に位置付ける
- ・ プロジェクトライセンスの交付
- ・ 県に関わる用地確保等の実行
- ・ AGT 関連施設整備や TOD 実施に向けたデベロッパーとの協働・支援

(6) Developer (LIPPO / JABABEKA)

- ・ ルートの道路占有使用料を無償
- ・ デポ用地の貸与→PPP 外のスコープを明確に記載
- ・ デポ用地費負担方法の検討（デベロッパー・西ジャワ州・ブカシ県等関係機関と協働）
- ・ 削減する 4 駅へのフィーダーサービスの提供
- ・ AGT 関連施設整備（交通結節点、フィーダー交通、駅連絡通路等について、西ジャワ州・ブカシ県と協働で対応）
- ・ TOD の実行

23.4 タームシート

チカラン新交通事業の事業性調査を踏まえて、インドネシア政府にて今後検討を進めるべき事項は以下のように整理される。

1. ルート・駅の設定について、特に、在来線についてはブカシ駅からレムアバンまでに延伸されること
2. 適用技術について、チカランの立地条件を鑑みて AGT での検討をすること
3. 事業の発注者がインドネシア側により明確に特定されること。(現状では、MOT and/or BPJT を想定)
4. 本事業は AP を前提としたスキームを構築することを念頭に、今後のプロセスにおいても検討が継続されること
5. 但し、上下分離方式など公共事業と併用することで、AP を減額するスキームも検討すること
6. 必要に応じて、GCA の AP についてインドネシア政府または他の保証機関により適切な保証が付されること
7. 関連する民間ディベロッパーから、必要な用地の提供およびその他適宜の支援（金銭的または非金銭的）が得られること