

14-6 環境影響分析

14-6-1 軌道交通騒音

(1) 予測方法

1) 建設作業騒音

一般に使用されている半自由空間における点音源の伝搬理論式を用いる。

$$L = \text{PWL} - 20 \cdot \text{Log}(\ell) - 8$$

ただし、 L ; 音源から ℓ (m) 離れた地点の騒音レベル (dB(A))

PWL ; 音源のパワーレベル (dB(A))

ℓ ; 音源から受音点までの距離 (m)

複数の建設作業機械を同時に使用する場合には、各建設機械の騒音レベルを次式により合成する。

$$L = 10 \cdot \text{Log}(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10})$$

ただし、 L ; 合成騒音レベル (dB(A))

L_1, L_2, L_n ; 各建設機械の騒音レベル (dB(A))

2) モノレール騒音 (ピーク値)

日本における跨座式モノレール騒音の実測値から得られた下記の回帰式を用いる。

$$L = -\Delta L \cdot \text{Log}(\ell) + L_{\max}$$

ただし、 L ; 距離 ℓ m における騒音のピークレベル (dBA)

ΔL ; 騒音の距離減衰 (dBA)

ℓ ; 軌道中心からの水平距離 ($10 \text{ m} < \ell < 50 \text{ m}$)

L_{\max} ; PWL (仮定)

ここに、 $\Delta L = 0.091V + 11.5$

$$L_{\max} = 0.297V + 72.0$$

V ; 走行速度 ($10 \text{ km/時} < V < 60 \text{ km/時}$)

適用範囲：速度は $10 \sim 60 \text{ km/H}$ 、高さは車両高さ以下、水平距離は軌道中心から $10 \sim 50 \text{ m}$

3) 車両基地騒音

実測事例がないので定性的に行う。

(2) 予測箇所及び位置

1) 建設作業騒音

長江路上の工事における道路敷地境界に近い位置での作業について予測する。

予測位置は道路敷地境界上 1.2m の位置とする。

2) モノレール騒音

モノレールの走行に伴う騒音レベルは、モノレールの走行速度と軌道からの距離によるため、速度別、軌道中心からの距離別に予測する。

また、既存の学校、病院等の施設に及ぼす影響については、学校、病院等の施設の敷地境界において予測する。

(3) 予測結果

1) 建設作業騒音

長江路上の工事で、主要な建設機械等が稼働した場合における騒音レベルの予測結果は、表 14-8 のとおりである。

表 14-8 建設作業騒音の予測結果

工種	主な作業	主な使用機械	騒音レベル
一般部	切削	コンクリートカッター	80dB(A)
	掘削	バックホウ、圧砕機	75
	コンクリート打設	コンクリートポンプ、ミキサー車、トラッククレーン	78
	架設工	トラッククレーン (2台)	76
	路盤工	マカダムローラ、タイヤローラ	72
	舗装工	マカダムローラ、タイヤローラ、アスファルト	74
駅舎部	切削	コンクリートカッター	94dB(A)
	掘削	バックホウ、圧砕機	89
	コンクリート打設	コンクリートポンプ、ミキサー車、トラッククレーン	84
	架設工	トラッククレーン	79
	路盤工	マカダムローラ、タイヤローラ	86
	舗装工	マカダムローラ、タイヤローラ、アスファルトフィニッシャー	88

〔注〕・建設機械のPWLは、日本における「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック」を基にした〔付属資料14-3参照〕。

2) モノレール騒音

- ① モノレールの走行に伴う騒音レベルの予測結果は、表14-9に示すとおりである。

表14-9 モノレール騒音（ピークレベル）の予測結果
単位：dB(A)

速 度 (km/H)	モノレール軌道中心からの距離 (m)				
	13.785	20.00	30.00	40.00	50.00
20	63	61	58	57	55
30	65	62	60	58	57
40	67	64	62	60	58
50	69	66	63	61	60
60	70	68	65	63	61
70	72	70	66	64	62

- 〔注〕
- 距離13.785 m は、モノレール建築限界から10.00 m の地点
 - 距離20.00 m は、長江路（幅員40 m）の道路端
 - 「ピークレベル」は、読みとったピークレベルのうちの大きさが上位半数のものをパワー平均したレベル
 - 予測位置の高さは、車両高さ以下の範囲

- ② 学校、病院等の敷地境界における騒音（ピークレベル）の予測結果は、表14-10のとおりである。

表14-10 学校、病院等における騒音（ピークレベル）の予測結果

施設名	キロ程 m	離れ m	速度 km/h	騒音 db(A)
①中央研究所	1,120	60	69	61
②周公館	3,170	110	47	54
③重慶第六中学校	3,780	40	62	63
④人民小学校	3,950	130	62	54
⑤仏図関公園	—	30	72	66
⑥工程学院	8,610	15	62	70
⑦医学院	9,065	15	65	71
⑧九龍坡区中医院	11,660	10	67	74
⑨九龍坡区人民医院	11,785	25	62	67
⑩九龍坡区政府	12,390	25	70	68
⑪重工職工医院	14,230	160	52	—
⑫区華新医院	16,530	65	43	57

〔注〕・キロ程、離れは縮尺1/1000の図面から読み取った。

・速度は「付属資料7-7運転曲線」から読み取った。

・「離れ」は軌道中心から施設の敷地境界までの距離である。

・「離れ」50m以上及び速度70km/Hは予測式の範囲を超えるが参考として計算した。

・予測値は敷地境界上の騒音であり、施設の位置での騒音ではないことに留意する。

・①～④の施設はモノレールより高い位置にあり、予測値より低い。

・⑪の施設はモノレールとの間に小高い丘があり、騒音の影響はないため予測していない。

5) 車両基地騒音

車両基地内では、車両の走行に伴う騒音、車両の検査修繕に伴う騒音、排水処理装置による騒音などが生じるが、

- ① 車両の走行速度は低いため騒音レベルも低い。
- ② 車両の検査・修繕・洗浄に伴う騒音は屋内で行われる。
- ③ 排水処理装置は基地の中程に設置してあり騒音は減衰する。
- ④ 更に、車両基地の外周には塀を設置する。

以上の理由により、車両基地の騒音が周辺に及ぼす影響は少ないと考える。

(4) 鉛直方向の騒音レベル

日本における類似例の実測結果によると、モノレールの走行に伴う騒音は、桁付近から発生している伝導音や集電音等が車両と桁との間の開口部より出ており、このため、騒音レベルは桁よりも下方に音源があるように分布する。従って桁より高い位置では、上記の予測値よりも低いレベルにある。

(5) 考 察

1) 建設作業騒音

概略の施工方法と主な使用建設機械を設定し、建設作業騒音を予測したが、低騒音型の建設機械を採用するなどの対策を講じても、なお、周辺住宅等へ影響を及ぼすことが考えられる。

事業の実施に際しては、更に詳細な検討が必要であるが特に駅舎部の工事は周辺の住宅等の建物に近接しているため、例えば、高い騒音を出す工事は壁で囲う、あるいは工事の施工時間を制限するなどの対策が必要であると考えられる。

2) モノレール騒音

モノレール騒音の予測値と基準値の比較に当たっては、「14-4環境保護基準」で述べたとおり、予測値と中国の国家基準を直接比較できないので、参考として「日本の新幹線鉄道騒音基準」と比較する。その結果、モノレール騒音の影響は少ないと考えられるが、下記の措置を提案する。

- ① 重慶医学院及び九龍坡区中医院は、試験運転において実測調査を行い、必要に応じて適切な対策（「14-7環境保全対策及びその費用」参照）を講じる。

- ② 沿線における商業系の地域では影響はないと考えるが、住居系地域で車速が高速（70 km/時程度）となる区間については、試験運転における実測調査も踏まえ必要に応じて適切な対策（「14-7 環境保全対策及びその費用」参照）を講じる。

14-6-2 軌道交通振動

(1) 予測方法

振動の伝搬は、地盤性状により大きく異なるため、予測地点と地盤性状が類似した地盤における実測値を基に予測することが望ましい。しかしこのような実測値がないため日本における類似例の実測値から予測する。

日本における跨座式モノレールの振動実測結果は、表14-11に示すとおりである。

表14-11 モノレール振動実測値（鉛直振動）

軌道中心からの距離 (m)	0	10	20	30
振動レベル (dB)	62~61	56~52	51~45	44~43

〔注〕・走行速度：60km/時

・測定地点の卓越振動数は31.5Hz

(2) 予測箇所

モノレール軌道中心からの距離別に予測する。

(3) 予測結果

モノレール走行に伴う振動レベルの予測結果は、表14-12に示すとおりである。

表14-12 モノレール振動（ピークレベル）の予測結果 単位：dB

速度 (km/H)	モノレール軌道中心からの距離 (m)			
	13.785	20.00	30.00	40.00
60	54~49	51~45	44~43	43 以下

〔注〕・鉛直方向の振動レベル

・距離13.785mはモノレール建築限界から10.00m地点

・距離20.00mは長江路（幅員40m）の道路端

(4) 考察

日本における類似例の実測値から予測した振動レベルは、評価の基準を大幅に下回っており、地盤性状を考慮しても周辺に及ぼす影響は少ないと考える。

仏国関緑地区間は、崖錐が分布する地域であるが、この地域への振動の影響についてはボーリング調査を行い、その結果によりモノレール振動が地盤に及ぼす影響を予測する必要がある(第13章参照)。

14-6-3 電波障害

(1) 予測事項

テレビ電波受信障害(遮へい障害及び反射障害)が生ずる範囲及び車両走行の散乱波による影響について予測する。

(2) 予測方法

予測式(詳細は〔付属資料14-5〕を参照)を次に示す。

① 遮へい障害

$$D_2 = \frac{1}{\frac{6(E_x)^2 W / (H - h_2) + 16(H - h_2) / W}{f W (H - h_2)} + \frac{10^{SL/10}}{(H - h_2) d_1} + \frac{h_1 - H}{(H - h_2) d_1}}$$

ただし D_2 : 遮へい障害幅 (m)

H : 建造物の高さ (m)

h_1 : 送信アンテナ高 (m)

h_2 : 受信アンテナ高 (m)

f : 受信周波数 (MHz)

SL : 遮へい損失 (dB)

d_1 : 送信点・建造物間距離 (m)

W : 建造物実効横幅 (m)

$$E_x = E_{x1} \cdot E_{x2}$$

E_{x1} : 建造物頂部と受信点での大地反射波による位相合成率の比

E_{x2} : 受信点に建造物頂部を経由してくる電波と建造物がないときの電波の都市減衰率の比

② 反射障害

$$D/U(d_2) = \eta_e + K_{(h_0)} + D(\theta)_{ANT} - 20 \cdot \log(E_{x1} \cdot 2S_u \cdot \beta v \cdot Ae)$$

$$\gamma(d_2) = D/U(d_2) - D/U_0(d_2)$$

ただし d_2 : 受信点・建造物間距離、 $\gamma(d_2) = 0$ のとき $d_2 = d_{20}$

d_{20} : 反射障害幅 (m)

η_a : 反射面の実行的な反射損 (dB)

$K_{(h_0)}$: 反射面に入射する電波の都市減衰 (dB)

$D(\theta)_{ANT}$: 受信アンテナの指向性 (dB)

$2S_u$: 都市減衰と大地反射を考慮した反射波の位相合成率

β_v : 反射面垂直指向性の補正

A_e : 反射波の反射面縦幅による減衰

$D/U(d_2)$: d_2 における平均化した D/U

$D/U_0(d_2)$: d_2 におけるモデル化した D/U

③ 車両走行の散乱波による影響については類似例の実測結果による。

(3) 予測条件

- ① 周辺の建物は考慮しない、また、周辺の地盤は水平とする
- ② $h_1 = 550\text{m}$ (標高)、 $h_2 = 8\text{m}$
- ③ $f = 50\text{ MHz}$ 、 800 MHz
- ④ 都市減衰はモデル都市減衰値を使用する
- ⑤ $SL = 4$ (現状の画質評価の平均値を 3.5 とする)

(4) 予測結果

テレビ電波受信障害の生じる範囲(軌道交通から直角に計った距離)は、表 14-13 のとおりである。

表14-13 電波受信障害範囲

(単位:m)

地点	杆程	遮へい	反射	地点	杆程	遮へい	反射
①	8,650	1 ~ 2	-	⑪	12,858	39 ~ 56	-
医学院	8,970	12 ~ 18	-	⑫	13,299	97 ~ 130	-
②	9,070	9 ~ 12	36 ~ 0	大堰村	13,540	75 ~ 107	-
③	9,540	13 ~ 19	-	⑬	13,716	6 ~ 6	-
④	10,170	11 ~ 15	-	⑭	14,618	4 ~ 13	-
謝家湾	10,340	13 ~ 17	-	⑮	14,608	-	-
⑤	10,470	14 ~ 18	-	馬王場	15,170	12 ~ 23	-
⑥	10,770	1 ~ 2	-	⑯	15,268	-	-
⑦	11,210	12 ~ 17	-	⑰	15,668	5 ~ 17	-
楊家坪	11,300	14 ~ 20	-	⑱	15,918	4 ~ 15	-
⑧	11,403	-	-	⑲	16,308	0 ~ 2	-
⑨	11,730	-	-	鋼花	16,510	20 ~ 39	22 ~ 16
⑩	12,253	-	-	⑳	16,628	17 ~ 28	45 ~ 0
動物園	12,710	51 ~ 70	-		17,228	2 ~ 4	-
				新山村	17,410	11 ~ 24	32 ~ 11

(注) ・予測地点は、駅舎位置と軌道面計画高の変化点とした。

- ・障害範囲の表示は、「周波数50Hzの障害範囲~800Hzの障害範囲」とした。
- ・障害範囲は、構造物(駅舎及び軌道桁)からの距離を示す。
- ・「-」は、障害が生じないことを示す。

車両走行の散乱波による影響の範囲は、モノレール等の試験結果によると、車両側方数メートル程度である。

(5) 考 察

各種の条件を設定して予測した結果

- ① 遮へい障害の範囲は、周波数50Hzでは動物園駅~大堰村駅間で約40~

100 m、その他の区間で約20 m以下、800 Hzでは動物園駅～大塚村駅間で約60～130 m、その他の区間で約40 m以下と予測される。

- ② 反射障害の範囲は、周波数50 Hzでは医学院駅付近で約40 m、鋼花駅～新山村駅間で約20～50 m、周波数800 Hzでは鋼花駅と新山村駅で約0～20 m、その他の区間では障害は生じないと予測される。

この範囲においては、建設前、建設後の現地調査を行い障害が本軌道交通によるものについては対策を講じる。

なお、車両走行の散乱波による影響はない。

14-6-4 地域分断対策

大塚付近のトンネル構造から高架構造に移行する区間約150 mは、長江路を横断できない構造となっている。この区間において車両の横断は無いが、人の横断については必要に応じて横断施設等を設置する。

14-6-5 住民移転

本軌道交通建設用地内の住宅については、中国政府が次の方法により移転させる。

①住宅については、別の場所に用地を確保し住宅を建てて移転させる。

②または、同じ場所で住宅を高層化して移転させる。

事業の実施に当たっては、地区の経済、教育文化施設、人民の健康、民意等の調査を行い、それを基に最適な移転計画を立案し、関係住民に不満等の問題が生じないように移転させる。

なお、本軌道交通建設用地内の建物は、概略60棟（縮尺1/1000の平面図による）である。

また、農地については、農民に生活補償費を支払って建設用地を確保する。

14-6-6 景観

(1) 予測事項

主要眺望地点からの眺望と圧迫感について行う。

(2) 主要眺望地点からの眺望

重慶市は、長江と嘉陵江の合流地点にあり、中心街はこの2本の河に挟まれた半島状の丘陵上にあり、幾層もの街並が積み重なるように見える。起伏が多く坂道と石段の街で、別名「山城」といわれている。

市街地は高低差が200m以上もあり、人の昇降用のエレベータが設置されている垂直に近い斜面もある。急な斜面を利用した住宅は低層であるが、比較的新しい建物は7～8階建てが多い。また20階以上の新高層建物も点在している。

道路の主要な交差点はロータリ式が多く、その中央部にはモニュメントが建っている。市の中心を外れた地域では立体交差（アンダーパス）も見られる。

以上、重慶市の景観の概要を述べたが、重慶市には河川を渡る橋を除き高架構造物は見あたらない。従って、連続した高架構造物である本軌道交通施設の建設は新たな地域景観の構成要素として加わり、新しい地域景観を創造する。

主要な眺望地点からの眺望は、次の3地点からの眺望とする。

- ①街路の歩道上（見開き 参照）
- ②佛図関公園（図14-4）
- ③嘉陵江大橋の歩道上（図14-5）

（3）圧迫感

本軌道交通は、桁高1.5mで架線やポールもなく、また、桁下は透視が可能であるため圧迫感は少ないものとする。一方、駅舎は高さ約19m、幅約20m、長さ130mの構造物が、幅員40m道路の中央部に建設され、側方空間が幅約10m程度で、歩道上では圧迫感を感じるようになる。このため、駅舎のデザイン、色彩、材質等に配慮する他、歩道に植栽するなどの対策を講じることでより圧迫感の軽減を図る。

14-6-7 車両基地排水

（1）汚水の排出方法

本軌道交通施設から発生する汚水のうち、較場口駅から大坪駅間の汚水は、都市下水に放流した後嘉陵江に排出する。大坪駅から新山村駅間の汚水は、都市下水に放流した後長江に排出する。また、大堰村車両基地からの排水は排水処理後都市下水に放流しその後長江に排出する。



图 1 4 - 4 佛图阁公园からの眺望予想図

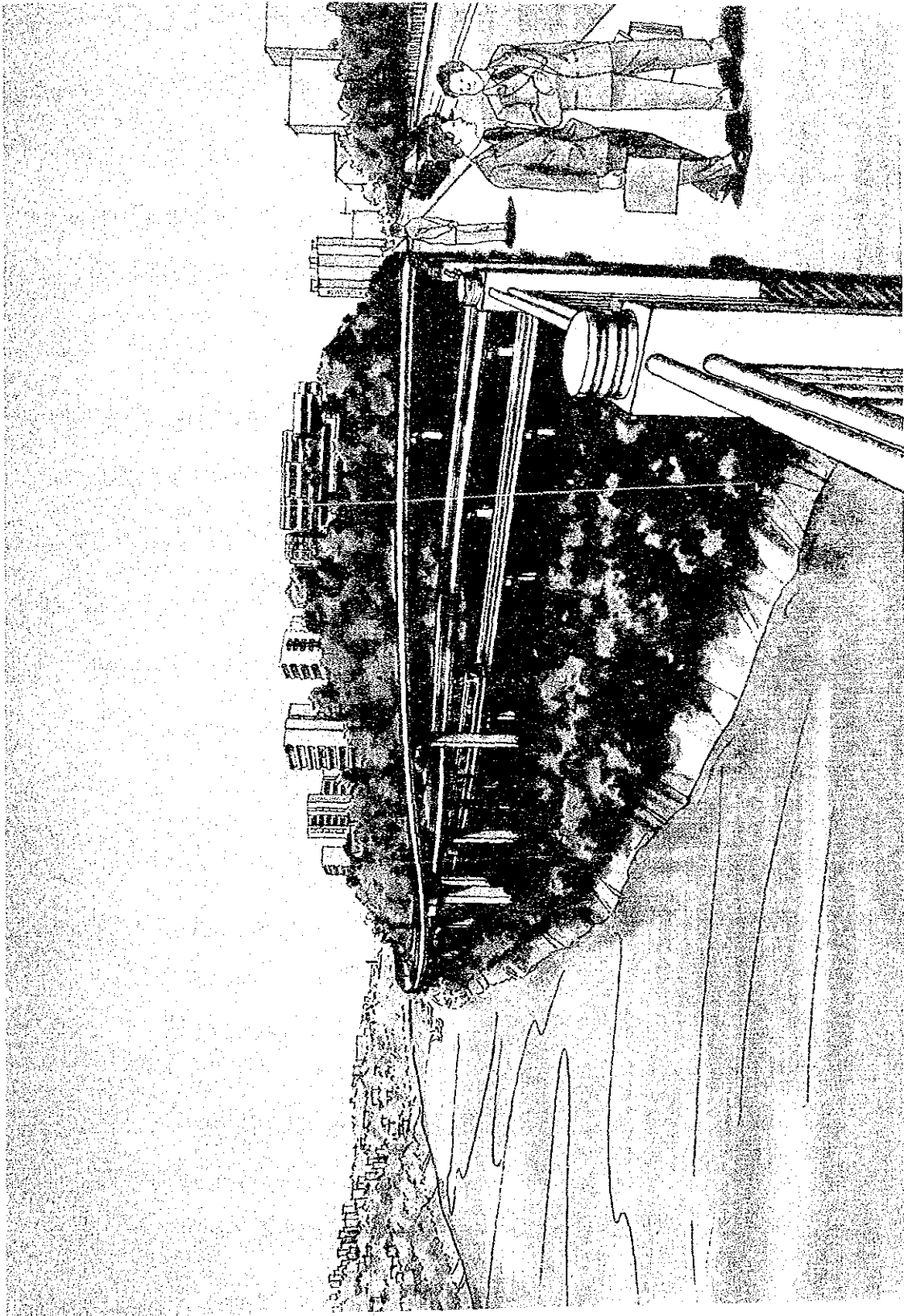


図14-5 嘉陵江大橋歩道上からの眺望予想図

(2) 車両基地排水の処理

「8-2 車両保守計画 (8) 2) 排水処理装置」で記述する施設を設置して、「14-5 (3) 汚水排出基準」を満足する水質に浄化する。

14-6-8 大気汚染

本軌道交通の供用により、バス、ミニバス等の自動車交通が減少し、交通渋滞は緩和すると予測されるが、これに伴い大気汚染も改善されると考えられる。

14-6-9 残土処理

本軌道交通の建設に伴う掘削残土は、トンネル部から約30万 m^3 、高架区間の基礎工事から約16万 m^3 発生する。これらの残土は車両基地の盛土(約90万 m^3)に流用する。従って、残土処分による影響はない。

なお、残土の運搬は、周辺環境に及ぼす影響に充分配慮して行う必要がある。

14-7 環境保全対策及びその費用

(1) 騒音、振動対策

1) 工事中の対策

- ①低騒音、低振動の工法及び建設機械を使用する。
- ②騒音、振動が大きい工種については夜間の作業を避ける。
- ③学校、病院等の静穏を要する施設に近接して作業を行う場合には、関係機関と協議し、極力影響を少なくする。
- ④工所用資材の搬入は、工程計画を検討し極力影響を少なくする。

2) 供用後の対策

重慶医学院及び九龍坡区中医院については、必要に応じて二重窓等の対策を講じる。

沿線の住宅等の騒音対策は、下記の対策から適切な対策を実施する。

①ベランダを密閉する。

- ・対策費は鉄製で約600元/個、アルミ製で約1200元/個

②二重窓にする。

- 減音効果は一重窓に比べ約8dB(A)程度
- 対策費は約60元/m²

③住宅棟の周りに煉瓦塀を設置する。あるいはかさ上げする。

④軌道交通施設沿いにグリーンベルトを設置する。

- 減音効果は幅10mで約3dB(A)程度

⑤植樹が可能な個所には植樹する。

- 対策費は20元/本

(2) 電波障害

本軌道交通施設により新たに電波障害が生ずる地域については、共同受信施設の設置、受信アンテナの改善等の対策を講ずる。

(3) 景観

前項で主要な眺望点における眺望を予測したが、軌道交通等の構造物が都市景観に及ぼす影響の評価は評価する人によって異なる。従って、事業の実施に際しては、例えば「景観検討委員会」等を設け、景観上の観点から、駅舎や車両、構造物のデザインや色彩について検討し、必要な対策を講じる。この場合周辺環境との調和を図ることも重要であるが、新たな都市景観を積極的に創造することも考えられる。

(4) 車両基地排水処理対策

「8-2車両保守計画 (8) 2)排水処理装置」で記述する施設を設置し、車両基地排水を浄化する。

(5) 生態系対策

李子坝~仏図関間の緑地地区において次の対策を講じる。

- ①軌道敷内の樹木については関係機関に依頼(200~800元/本)して移転する。
- ②切土及び盛土の法面構造や法面勾配については、地形・地質の調査を行いそれを基に落石、地滑り、土砂の流出等が生じないように適切に設計・施工する。
- ③切土・盛土に伴い残土が生じる場合は、他の工事区間(車両基地)の盛土

に流用する。

また、車両基地及び変電所内には、可能な限り植樹する。

(6) 建設工事中における周辺街路の交通対策

長江路上の工事は、自動車交通を通しながら行うが、現在の自動車交通の機能を維持しつつ、また周辺の日常生活、業務活動に影響が出ないように配慮する。

工事用車両の運行については、周辺街路の交通に極力影響を及ぼさないよう交通誘導員を配置して交通整理に当たるとともに、適切な運行管理に努める。

(7) 酸性雨対策

- ①土木構造物は、極力鋼構造物を避けコンクリート構造物とする。
- ②電車線路は、鉄系を避けアルミ系を主体とする。
- ③変電所は、屋内構造とする。
- ④車体は、軽合金溶接構造とする。

14-8 問題点及び提言

前章までにおいて、本軌道交通施設の建設に係る環境の影響について分析したが、以下に主な問題点及び提言を記述する。

(1) 騒音

- ①建設機械による騒音、特に道路端に近接する駅舎部の工事に伴う騒音については、周辺の関係住民に及ぼす影響を軽減するよう努める。
- ②モノレールの走行に伴う騒音については、影響は少ないと考えられるが、モノレールに近接する住宅等静穏を要する施設については、試験運転において実測調査を行い、影響があると考えられる場合には必要に応じて適切な対策を講じる。
- ③浜江路、長江路等の道路とモノレールが併設する区間については、道路交通騒音とモノレール騒音との合成騒音を考慮する必要がある。この場合の考え方の一例を〔付属資料14-6〕に示す。

(2) 電波障害

本報告書におけるテレビ電波受信障害の予測は、付属資料に示すとおり各種

条件を仮定して行ったものである。従って、その結果は概略のものとして扱う。

具体的な電波障害対策の実施に際しては、現地に即した条件を整備して再予測を行い、更に事前調査、事後調査を行って適切な対策を行うことを提案する。

(3) 車両基地排水処理

車両基地の排水処理は、排出基準を満たせるように中国製の排水処理施設（接触法）を設計、設置して行う。

(4) 景観

本報告書において主要な眺望点における眺望を予測したが、その評価は省略した。本事業の実施に際しては、中国の専門家による構造物のデザインや色彩等の検討を提案する。

第15章

事業実施計画

第15章 事業実施計画

15-1 投資額

(1) 投資額算出の前提条件

- ① 較場口駅～大堰村駅（車両基地を含む）間を2000年末開業の第一期工事とする。
- ② 大堰村駅から新山村駅間の残区間を2010年末開業の第二期工事とする。
- ③ 建設費は、工事種目毎に労務費、材料費、諸経費を考慮して算出する。
- ④ 建設費は、1993年1月現在の価格として算出する。
1992年以前の資料は、年率6%の物価上昇率を考慮して換算するものとする。
- ⑤ 工事費は、内貨、外貨に分類し算出する。
- ⑥ 外貨対象となる輸入材については、「運賃・保険料込み渡し」価格とする。
- ⑦ 外貨換算レートは、1元=22円とする。（1993年1月現在公定レートによる）
- ⑧ 工事別単価は、中国側提供資料及び日中の協議結果を使用し、それ以外については日本側の工事实績を参考とする。
- ⑨ 工事に伴う予見不可能性を考慮して、建設費の5%を予備費とする。
- ⑩ 試験費、検査費、工事管理費等を総係費として建設費・車両費の5%を計上する。
- ⑪ 積算に当たっては、努めて国産品を使用する。
- ⑫ 土地収用費（補償費等含む）は、次の通りである。
 - イ) 農業用地…………… 359元/㎡（1993年1月現在）
 - ロ) 市街地……………2,153元/㎡（1993年1月現在）

以上に基づく建設費構成の細目は、中国側と打ち合わせの結果、図15-1のとおりである。

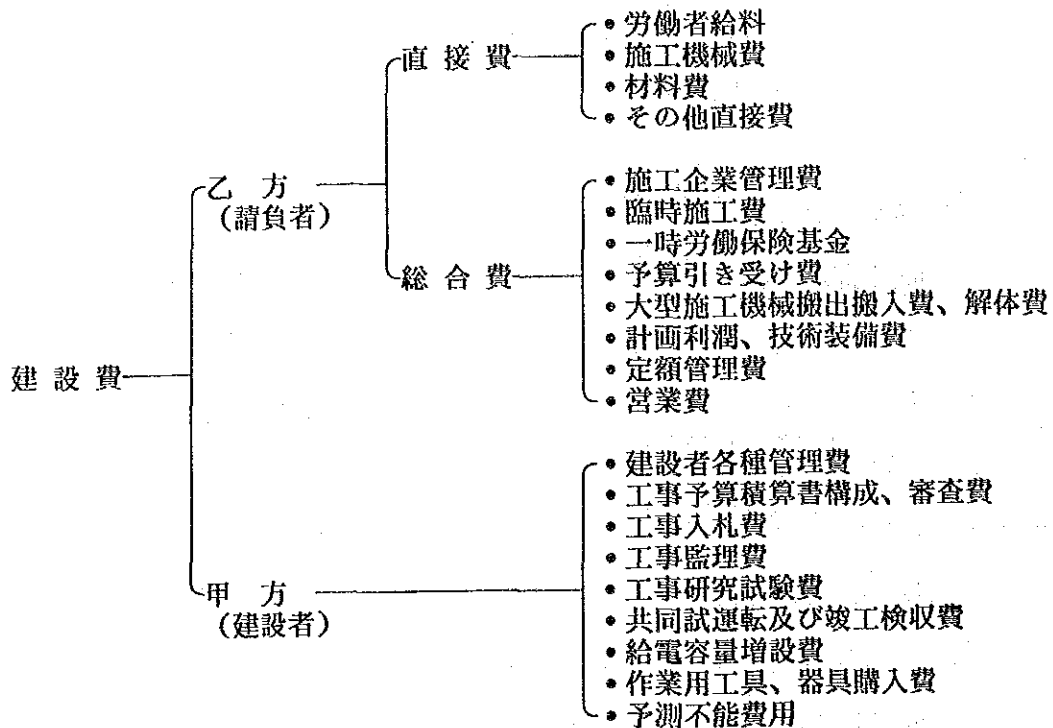


図15-1 建設単価の構成

(2) 投資額の範囲

較場口～新山村間17km628mについて概略建設投資額を算定するものとし、その内容は次のとおりである。

- 中間部構造物……………① 標準部高架（上・下部）構造
- ② 特殊部高架（上・下部）構造
- ③ 分岐部高架（上・下部）構造
- ④ トンネル部構造
- ⑤ 路盤構造
- 駅舎構造物……………① 高架駅土木構造（建築、照明、給衛生排水設備、空調・換気設備含む）
- ② 地下駅土木構造（建築、照明、給衛生排水設備、空調・換気設備含む）
- ③ エスカレーター設備
- 車庫内構造……………① 軌道構造物
- ② 分岐構造物

- ③ 建築構造物（管理棟、検収庫、職員住宅等）
- ④ 構内道路舗装
- 変電所建築構造物……………① 電機設備を除く建築1式
- 車 両……………① 車両1式
- 設 備……………① 電化・電力施設
- ② 信号・通信施設
- ③ 分岐用材料設備（一般軌道部、車庫部）
- ④ 車庫内施設（管理棟内設備、検車庫棟等機械設備、その他附属施設）
- 用 地 費……………① 既設道路、新設計画道路を除いた区域

(3) 投資額の算出方

1) 工事単価の設定

中国側より提供された工事種別単価表を基本に、内貨、外貨の比率も考慮した単価を設定する。（付属資料15-1参照）

なお、提供を受けられなかった工事種別単価は、日本の単価を為替レート1元＝22円により中国単価に換算するが、労務費については日中間の差が大きいので、中国側の資料を参考に調整を図った。（付属資料15-2参照）

2) 数量の算出

数量の算出方については、下記の事項による。

a) 用 地

高架橋部分の線路敷用地の幅員は、市街地の家屋隣接区域については、高架橋の建築限界とその両側に各10mを見込む。（9-4用地取得参照）

b) 土木構造物・軌道

① 軌道 モノレール軌道は製作ヤードで製作するPC桁で橋長L=20m以下のものとする。

② 高架

・一般部 L=20mの標準軌道桁を上部工とし、1本支柱を下部工とする構造である。

- 特殊部 道路交差等により $L > 20\text{ m}$ の区間において、上部構は $L = 30、40、50\text{ m}$ の PC 単純箱桁及び 4 径間連続 PC 箱桁等を使用し、その上に $L \leq 20\text{ m}$ の標準軌道桁を載荷して構成する構造である。
 - 分岐部 PC 連続ホロースラブを使用した構造である。
 - 駅部 2 層 2 径間のラーメン構造とし、支柱間隔 10 m の全長 120 m の高架構造である。
- ③ 路盤 標準軌道桁 $L \leq 20\text{ m}$ を支持する鉄筋コンクリート基礎を標準とする構造であり、掘り割り部は軟岩の為、 $1 : 0.3$ の勾配を有する切土とする。
- ④ トンネル
- 一般部 複線断面の山岳隧道を標準とし、大坪駅の較場口方では一部 3 線断面を使用する。
 - 駅部 上層階がコンコース、中層階がホームそして下層階が軌道の 3 層構造のトンネルとする。

c) 建物

駅建物は、骨組（ただしトンネル駅はない）、内・外装、給衛生排水、照明設備等を含む内容とする。

d) 機械

① 車両基地外

- 駅の換気設備
- エスカレーター（トンネル駅に各一機）
- 分岐装置
- モールド装置
- トラッククレーン

② 車両基地内

本プロジェクトに使用する車両基地の機械（車両検修機器）は、極力中国国産品を使用するが、直流 1500 V 方式の跨座式モノレールの検修は未経験のため、必要やむを得ない機器は輸入品とすることとした。輸入品の主なものは、次のとおりである。

- 車両自動試験装置
- 台車着脱装置
- ATC 制御装置試験装置
- 空制弁、戸開機試験装置

e) 電 気

本プロジェクトの計画に当たっては、極力中国で製作できる製品を使用することとして策定し、建設費を算出する。

しかし、跨座式モノレールシステムにおいては、中国では未経験の分野でもあり、また各サブシステム機器間相互の関連が非常に重要であるため、やむを得ない材料については輸入品とする。

輸入品の主な物は、以下のとおりである。

① 電化・電力

- シリコン整流器及び整流器用変圧器
- 変電所遠方監視制御装置
- 直流1500V用機器（直流高速度遮断機等）
- 剛体複合電車線
- 定電圧低周波装置（CVCF）等

② 信号・通信

- 自動列車制御装置（ATC）及び列車検知装置
- 電子連動装置
- 列車集中制御装置
- 列車無線装置
- 電子交換器
- 第一種継電連動装置等

f) 車 両

本プロジェクトに使用する車両は、中国初の直流1500Vの本格的な跨座式モノレールである。第一期（2000年末開業時）の車両については輸入車両で対応し、第二期（開業後2005年まで）の車両についてはATC車上装置、インバータ装置及び制御装置等の部品を輸入し、国内で組み立て、生産する。2005年以降は、ATC等一部の主要部品を除き、全面的に国産とする。

(4) 投資額の算出結果

投資額は、表15-1に初期投資額（第1期分）及び追加投資額（第2期分）を示し、表15-2に投資総額を示す。

投資総額は、229,214万元（内外貨148,268万元）で、
その内訳は、初期投資額：177,960万元（うち外貨114,881万元）

追加投資額： 51,254万元（うち外貨 33,387万元）

となっている。

また、工事費内訳は付属資料15に示す。

表15-1 投資額一覧表（初期及び追加）

（金額単位：万人民元）

項目	初期投資額 (2000年末)			追加投資額 (2001~2010年末)			備考
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	
用地	8,741	—	8,741	1,517	—	1,517	本線、変電所、車両基地
土木	31,987	3,285	35,272	6,270	892	7,162	含む、車両基地、駅部駅部
(路盤)	(4,200)	(375)	(4,575)	(294)	—	(294)	
(橋梁)	(17,022)	(2,372)	(19,394)	(5,976)	(892)	(6,868)	
(トンネル)	(10,765)	(538)	(11,303)	—	—	—	
建物	6,741	—	6,741	2,769	—	2,769	含む、車両基地
機械	462	28,655	29,117	34	3,761	3,795	換気、ES、 車両基地分岐、モールド
電力	5,350	18,751	24,101	626	4,617	5,243	含む、車両基地
信号通信	3,933	20,260	24,193	834	15,196	16,030	含む、車両基地
小計	57,214	70,951	128,165	12,050	24,466	36,516	
予備費	2,861	3,548	6,409	603	1,223	1,826	用地、土木、建物、機械、 電力、信号の5%
車両	—	34,912	34,912	4,362	6,108	10,470	
計	60,075	109,411	169,486	17,015	31,797	48,812	
総係費	3,004	5,470	8,474	852	1,590	2,442	用地、土木、建物機械、 電力、信号、予備費、 車両の5%
合計	63,079	114,881	177,960	17,867	33,387	51,254	

初期投資額 約17.8億元

表15-2 投資総額一覧表

(金額単位：万人民币元)

項目	内容	内貨	外貨	計	備考
用地		10,258		10,258	本線、変電所、車両基地
土木		38,257	4,177	42,434	含む、車両基地、駅部
	(路盤)	(4,494)	(375)	(4,869)	
	(橋梁)	(22,998)	(3,264)	(26,262)	
	(トンネル)	(10,765)	(538)	(11,303)	
建物		9,510		9,510	含む、車両基地
機械		496	32,416	32,912	換気、ES、車両基地 分岐、モールド
電力		5,976	23,368	29,344	含む、車両基地
信号通信		4,767	35,456	40,223	含む、車両基地
小計		69,264	95,417	164,681	
予備費		3,463	4,771	8,234	用地、土木、建物、機械、 電力、信通費の5%
車両		4,362	41,020	45,382	
計		77,089	141,208	218,297	
総係費		3,857	7,060	10,917	用地、土木、建物、機械、 電力、信通、予備、車両の5%
合計		80,946	148,268	229,214	

事業費 約22.9億元

(注) 表15-2のほか2011年~2020年の車両費追加投資額は

: 内貨 = 5,234 外貨 = 2,616万である。

15-2 投資行程

投資行程の設定に当たっては、まず着工までの諸手続を考え、投資行程及び工期を設定した。その結果、土木、軌道、建物、電気、機械設備、車両、更に工事完了後の諸検査、試運転期間を含めて約5年の工期が必要と考えられる。

(1) 着工までの諸手続

- ① F/Sは、1994年初に完了する。
- ② 工事施行認可は、1994年内に完了させる。環境アセスメントの承認も、同年内に完了する。併せて外国借款の準備を進める。
- ③ 用地取得、支障物移転に関する設計協議用一般図作成及び同協議を、1995年中に完了させる。
- ④ 設計は、1995年から発注して着手する。
- ⑤ 工事施工準備の完了後、外国借款の使用を開始し、1996年に正式着工する。

(2) 工事工程の考え方

- ① 土木工事として、特に難工事となるところはない。
- ② 工事は、a. 用地取得の容易な所、b. 工期の長い所、c. 早期使用が必要な所より着手する。この場合、以下の個所が該当する。
 - a. 農地
 - b. 駅部（ターミナル、折り返し及び中間駅）、車両基地、トンネル
いずれも、各工事種目がシリーズに並ぶので、駅中間より工期が長い。
 - c. 車両基地
軌道工事の建設基地として一部を早期に利用する。
- ③ トンネルの掘削土、構築の根掘り土は、車両基地への流用を考える。路盤表土その他の不足土砂は、土採り場を考える。

早期着手区間としては、試験運転に供される大坪～大堰村駅間及び車両基地である。

(3) 各種工事の工程

① 中間駅の土木工事

中間駅の標準工期は、日本における高架駅の例によると1.5～2.5年で平均2年である。

② 軌道工事

路盤完成後、軌道工事の建設基地より、軌道を較場口及び新山村駅の両方向へ向かって敷設する。軌道桁は、車両基地にて一括製作しトレーラー、トラックにより運搬するものとする。その後、トラッククレーンにより順次架設する。

③ 駅の建築、電気工事は軌道工事期間中に行う。

④ 工事完了後、諸検査、訓練運転を見込む。

⑤ 車両の投入

- ・開業に先駆けて1999年次に2編成8両を投入し、研修訓練、性能試験、訓練運転等に使用する。

- ・2000年次以降は、輸送の需要に合わせて投入する。

(4) 投資行程

以上より、全般的な投資行程として図15-2に示す。

投資行程

第1期行程

(金額單位：萬元)

年次 項目	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	備考
準備地盤 用路橋梁 トンネル 軌道物 建機械 機電力 電信号通 号通信 車兩 試運 開業								環境影響評價 工事施工認可 外貨準備 設計等 大塚~大塚村間 鞍場口~大塚村間
投資額			15,900	31,632	45,591	43,885	40,952	
(内貨)			10,997	21,339	20,095	8,178	2,470	
(外貨)			4,903	10,293	25,496	35,707	38,482	

第2期行程

年次 項目	2001 ~ 2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	備考
用地盤 用路橋梁 橋軌道 軌道物 建機械 機電力 電信号通 号通信 車兩 試運 開業								大塚村~新山村間
投資額	14,696	2,637	2,016	3,593	8,897	14,253	5,164	
(内貨)	961	468	1,902	2,865	4,072	4,873	2,727	
(外貨)	13,735	2,169	114	728	4,825	9,380	2,437	

圖15-2 投資行程圖

第16章

經濟・財務分析

第16章 経済・財務分析

16-1 経済分析

16-1-1 概説

(1) 経済分析の目的

経済分析はプロジェクトの可能性を国民経済の観点から評価するもので、財務分析がこれを企業の観点から分析するのと異なっている。

公共部門が国民生活の向上のために実施しなければならないプロジェクトは数多い。しかしながら、支出しうる予算は制約されているため、公共部門はどのプロジェクトを実施し、どれを延期または中止するかについて意思決定せざるをえない。

経済分析はこの意思決定のための情報の一つを意思決定者のために提供することを目的として実施される。

経済分析では国民経済にとって好ましい効果を便益として、国民経済の保有する資源の消費を費用として分析を実施する。財務分析が企業または個人の利益を計測するのに対し、経済分析では国民の利益である便益を対象とするといえよう。また、財務分析での費用は実際に支出される金額が計上されるのに対し、経済分析では国民経済が保有する資源の消費額が費用となる。

(2) 経済分析の方法

経済分析は通常はプロジェクトが実施された場合 (with) と、実施されなかった場合 (without) の便益、費用の比較により分析される。すなわち、便益はプロジェクトが実施された場合に国民経済に与える多様な好ましい効果として捉えられ、費用は当該プロジェクトの実施のために必要なすべての国民経済的支出として捉えられる。もちろん、このような便益、費用をすべて計測することは不可能であり、技術的に可能な範囲内のものが計上されることとなる。経済分析結果を示す評価指標として、通常次の3つが示される。

- 経済内部収益率 (EIRR)
- 純現在価値 (NPV)
- 便益費用比 (B/C)

経済内部収益率は以下の式を満足するEIRRの値である。

$$\sum_{i=1}^k \{i \text{ 年の純便益額} / (1 + \text{EIRR})^{i-1}\} = 0$$

ただし、k：プロジェクト・ライフの年数

i：年次

言い換えれば、EIRRはプロジェクトの年々の純便益の現在価値合計を零とするような割引率であり、プロジェクトの国民経済に対する効率性を示すものである。純現在価値は年々の純便益額を当該国の社会的割引率で基準年現在の金額に割り引いたものの総計である。純現在価値額はプロジェクトによって生じる社会的余剰総額の現在価値合計を示す。便益費用比はプロジェクト費用の総額に対する便益の総額の比率である。ただし、この比率は年々の便益及び費用を上記の社会的割引率により現在価値に割り引いて算出する。これはEIRRと同様にプロジェクトの経済的効率の指標となる。

一般的に言って、経済内部収益率（EIRR）と便益費用比（B/C）はプロジェクトの経済効率を示し、純現在価値（NPV）はプロジェクトによる国民経済への余剰の増加分を示すといえよう。これらの指標の特徴として、プロジェクトが大規模であるほどEIRRの値が小さくてもNPVは大きくなる傾向を指摘できる。逆に、プロジェクトの規模が小さいときにはEIRRが高い値を示していてもNPVは比較的小さくなるといえる。

（3）分析ケース

前章までに述べたとおり、本調査では較場口－大堰村間を第一期の開業区間として2000年までに完成し、大堰村－新山村間を2010年末に開業する段階的建設計画が最も望ましいものとなった。従って、本章の経済分析ではこの案について国民経済の観点から分析、評価した。

（4）主要な前提

経済分析の主要な前提は後述する財務分析と同様で、以下のとおりである。

- 価格基準日 ：1993年1月
- 為替レート ：1元＝22日本円
- プロジェクトライフ：第1期開業後30年間

- ・社会的割引率 : 国家計画委員会および建設部が1990年に公布した
現行の値である12%を使用する。

16-1-2 本プロジェクトの費用と便益

(1) 便 益

本プロジェクトは近年深刻になりつつある重慶市の道路交通混雑により同市の主要な公共交通機関であるバス、トロリーバスのサービスが低下しつつある問題に対処するために、軌道系の公共交通機関（快速軌道交通システム）を導入し、同市の公共交通サービス水準を大幅に向上させることを目的としている。

プロジェクト実施によって期待できる便益として次の3つを計上した。

a. 新設の快速軌道交通システム利用者の時間節約便益

重慶市の公共交通機関であるバス、トロリーバスおよびミニバスは、近年の道路交通混雑の激化によりその運行速度が著しく低下している。新設の快速軌道交通システムはこれらの既存の交通機関に比べて運賃は高いとしても高速な運行が可能であり、利用者は旅行時間の節約額から運賃支出の増額を差し引いた一般化費用節約便益を享受することが出来る。

ところで、市内の公共交通を運営する企業の運賃収入は、通常は旅客の運賃支払との関連で移転項目として位置づけられ、便益計算には含めない。しかしながら、本プロジェクトの経済分析では利用者の便益を単に旅行時間の節約としてとらえるのではなく、上述の一般化費用の節約額としてとらえているので、利用者の運賃支払額については調整がはからなければならない。すなわち、利用者の運賃支払増分は利用者から交通企業への便益の移転であり、社会的余剰として便益をとらえるために、この部分を便益に加える必要がある。

言い換えれば、結果的には一般化費用節約便益に運賃支払増分を割り戻すことにより、通常的时间節約便益を計上することに他ならない。

b. 既存交通機関の費用節約便益

多くの既存公共交通機関利用者が新設の快速軌道交通システムを利用する結果、既存の交通機関であるバス、トロリーバス、ミニバスの旅客は減少し、運行車両数及び運行回数を削減することが可能となる。これは、新設の交通手段の出現によって可能となったものである。その運行費用節約額は国民経済の支出の減少であり、本プロジェクトの便益として計上した。

c. 既存交通機関利用者の旅行時間節約便益

快速軌道交通システムの導入により、既存交通機関であるバス、トロリーバスはb. に述べたように道路上の運行車両数が減少する。この結果、道路混雑が緩和され、運行速度の向上が期待できる。これはとりもなおさず道路利用車両の旅行時間節約便益となる。本プロジェクトでは公共交通以外の自動車交通についての予測を行っていないが、快速軌道交通システムの営業開始後も既存のバスを利用する旅客について生じる旅行時間節約について、時間節約便益を計上した。

d. 交通事故減少便益

新設の快速軌道交通システム2号線は、安全性が高く、既存のバス・トロリーバスに比べて交通事故の可能性が極端に低い。利用者が既存の公共交通機関から快速軌道交通へ転換することにより生ずる、バス・トロリーバスの運行台数の減少による交通事故の減少を交通事故減少便益として計上した。

(2) 費用

下に示す新設される快速軌道交通システムを建設するための投資費用および維持運営費用をプロジェクト費用として計上した。前述のように、これらの費用は市場価格で示される財務価格ではなく、税金および補助金等の移転項目を除いた経済価格に変換して計上した。また、中国の通貨である人民元と外貨の交換レートを調整するためのシャドーレートを用いて調整した。

a. 投資費用

投資費用としては快速軌道システムの建設のための初期投資費用、将

来増加する需要に対応するための追加投資費用および耐用年数を経過した資産を更新するための更新投資費用を計上した。また、プロジェクトライフ終了後に残存する資産の残存価値を負の投資として、最終年に計上した。なお、第二期の開業のための投資費用は追加投資として計上した。

b. 維持運営費用

快速軌道交通システムを運行し、維持していくための費用も本プロジェクトの費用である。駅、運転、保守、管理等の要員の人件費、物件費および動力費を維持運営費用として計上した。

16-1-3 便益項目

(1) 利用者の時間節約便益

快速軌道交通システム2号線の開業により、公共交通利用者は従来のバス、ミニバスからより速度の早い2号線に転換する。旅客は既存の公共交通機関を利用した場合と新設の2号線を利用した場合の旅行時間、費用を検討し、その総額である一般化費用が少ない交通機関を選択する。2号線を利用する旅客はこの一般化費用の節約を原因として転換するのである。表16-1-1は重慶市の公共交通利用者が、交通に支出する一般化費用総額の増減を、withとwithoutの差として年次別、交通手段別に示したものである。

表16-1-1 公共交通利用者の一般化費用差 (元/日)

交通機関	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
バス停リンク	-11,148	-32,478	-40,424	-99,199
駅リンク	40,194	109,933	125,276	275,920
徒歩	1,939	7,786	7,788	18,159
バス	-302,852	-739,393	-928,844	-1,893,745
ミニバス	317	-1,677	9,248	33,538
1号線	13,231	-6,158	-11,907	-18,343
2号線	216,436	506,012	648,051	1,169,150
合計	-41,883	-155,975	-190,812	-514,123

上表は交通機関別の一般化費用額のwithからwithoutを差し引い

て求められたものである。従って、負の値はプロジェクト実施による一般化費用の節約額を示す。2000年についてみれば、2号線の開業によりバス利用客の一般化費用節約が生じ、2号線利用客のそれが増大しているが、これは without の場合には2号線は存在しなかったため、利用者が2号線に費やす一般化費用がゼロであったことによる。合計欄が各ケースの一般化費用節約額となる。

表16-1-2は重慶市の公共交通企業の運賃収入の増減を with と without の差として計算したものである。

表16-1-2 公共交通企業の運賃収入増減推定値 (元/日)

交通機関	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
バス	-75,619	-125,997	-157,717	-196,400
ミニバス	139	-422	2,261	6,177
1号線	8,302	-2,471	-5,134	-7,864
2号線	132,027	248,050	317,292	413,415
合計	64,850	119,160	156,701	215,528

表16-1-3は上に示した2表の便益を年額に換算し、年次別の表としたものである。

表16-1-3 利用者の時間節約便益 (万元/年)

便益区分	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
一般化費用 節約	1,529	5,693	6,965	18,765
運賃収入増加	2,367	4,349	5,720	7,867
合計	3,896	10,042	12,684	26,632

(注)2010年全線開業額は計算過程上の数値である。

(2) 既存公共交通機関の費用節約便益

快速軌道2号線の開業により、既存の公共交通機関であるバス、ミニバスの利用者は減少する。この結果、輸送費用の減少が生じる。これを既存公共交通機関の費用節約便益として計上する。また、快速軌道交通システム2号線の開業時には、1号線は既に営業を開始している。1号線利用者の増減による費用

の変化も費用節約便益に計上する。

費用節約便益の内容は大きく分けて、車両及び車両以外の資本費の節約と維持運営費用の節約の2つの部分からなっている。重慶市より提供された公共交通機関の車両価格および走行可能距離に基づいて、バスおよびミニバスの台キロ当たりの車両資本費を算出したものを表16-1-4に示す。

表16-1-4 一台キロ当たりの車両資本費

車種	市場価格 (元/台)	経済価格 (元/台)	走行可能距離 (km)	台キロ当たり 資本費
バス	139,550	122,412	500,000	0.24482
ミニバス	56,000	49,123	200,000	0.24561

市場価格から経済価格への変換は、14%の増値税を除く方法により求めた。車両価格および走行可能距離の違いによりバスとミニバスの台キロ当たりの車両資本費がほぼ同一の結果となった。費用節約便益の計算のためには、この台キロ当たりの資本費を一台当たりの平均乗車人員により、一人キロ当たり費用とする必要がある。調査団が入手できた平均乗車人員の資料はバスについての17.9人(1991年)のみである。従って、ミニバスについても人キロ当たりの車両資本費は等しいものと仮定して、0.01368元を使用した。

車両以外の資本費は、バスの駐車場、修理工場、従業員施設等のための用地を対象とし、快速軌道交通の開業に伴い節約される用地の必要面積の経済価格を便益として計測した。

重慶市のバス及びトロリーバスの資料によれば、1992年の平均的な一台当り年間走行キロは約45,700kmであり、一万台キロ当たりのバスの必要車両数は、0.22台である。また、バス一台当りの必要土地面積は140平方メートルでありこの経済価格は後述する単価から年間2800元と推定される。快速軌道交通の開業により減少するバスの走行台キロから減少台数を求めて計算した年間の車両以外の資本費節約額は、2000年で158万元、2010年全線開業時で329万元、2020年では410万元となった。

費用節約便益計算のための一人キロ当たり維持運営費は、財務資料から推定

したが、ミニバスについては入手できず、バスについての値に基づいた。

まず、1992年の重慶市の一会社の総支出は3025万元であり、償却費151.2万元を除いた費用は2873.8万元となる。同年の輸送台キロは1346.9万台キロであるので、一台キロ当たりの費用は2.1336元となる。そして、入手できた1991年の平均乗車人員で除して、一人キロ当たりの維持運営費を0.1192元とした。この値は1992年価格であるため、1991年の償却費を除いた台キロ当たりの費用と比較して、単価の上昇が同じであると仮定して本調査の基準年である1993年価格の値を推定した。伸び率は16.23%であり、一人キロ当たりの維持運営費として0.1385元を得た。

快速軌道交通システム1号線の維持運営費は、プレF/Sで用いたゴム輪による軌道交通システムと同一であると仮定し、一人キロ当たり0.04724元を用いた。

既存公共交通機関の費用節約便益を表16-1-5に示す。

表16-1-5 既存公共交通機関の費用節約便益 (万元/年)

交通機関	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
バス	7,160	11,930	14,934	18,597
ミニバス	-6	19	-104	-284
1号線	-119	36	74	110
合計	7,035	11,985	14,967	18,423

(注)2010年全線開業額は計算過程上の数値である。

(3) 交通混雑緩和便益

快速軌道交通システム2号線の開業により、バス、ミニバスの運行台数が減少する。この結果、道路上を走行するバス台数が減少し、速度の上昇が期待できる。これを交通混雑緩和便益として計上する。期待される自動車の走行速度向上は公共交通機関であるバス、ミニバスに限らず、乗用車、タクシー、トラック等についても同様に生じるものであるが、本調査では公共交通機関以外の自動車の将来交通量についての予測を実施していないため、公共交通利用者の時間節約便益のみを計上した。便益計算方法は以下のとおりである。

- a. 調査地域の道路網のバス、ミニバスの走行台数の増減をリンク別に with と without の差より求める。
- b. 市街地での2車線道路の交通量と速度の関連から、道路リンク別に速度の増減を求める。
- c. 2号線開業後もバス、ミニバスを利用する旅客の時間節約増減量を計算し、年次毎の時間価値額により、時間節約便益を求める。

上の方法で推定した交通混雑緩和便益は表16-1-6に示す。なお、b. の計算に当たっては、速度上昇の上限を時速25km、下限を時速5kmとした。また、バスの乗用車換算単位(PCU)は連接バスと大型バスを代表するものとして3.5を、ミニバスについては1.5を用いた。平均乗車人員はバス、ミニバスをそれぞれ17.9人、9人とした。

表16-1-6 交通混雑緩和便益 (万元)

便益	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
節約額/年	3,257	8,029	9,086	17,399

(注)2010年全線開業額は計算対象上の数値である。

(4) 交通事故減少便益

重慶市により提供された公共交通機関の交通事故に関する資料によれば、最近10年間の一台キロあたりの死傷者数は0.03人となっている。また、1993年の1死傷者数当りの損害額は約163万元であり、台キロあたりでは394元となる。

一方、本調査で選定された快速軌道交通のシステムはモノレールであり、日本において最も歴史の長い同種のシステムの最近10年間での運転事故はゼロである。従って、快速軌道交通の開業により減少した既存の公共交通機関の輸送台キロに対応する事故はゼロとなる。

前述の損害額は死亡者に対する慰謝料、重軽傷者の治療費及び物的損害額まで含んでおり、このまま経済価格と見做すことには問題がないとはいえないが、本プロジェクトでの安全性問題は重要な便益であり、経済価格に等しいと仮定して分析を行った。そのうえで、1死傷者当りの原単位と快速軌道交通開業によるバ

ス台キロの減少から計算した年間の交通事故減少便益は表16-1-7に示す。

表16-1-7 交通事故減少便益 (万元)

便益	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
節約額/年	101	187	211	263

(注)2010年全線開業額は計算過程上の数値である。

16-1-4 費用項目

(1) 投資費用

a. 初期投資

財務価格表示の初期投資費用は、第16章の2に述べられているとおりである。前述のように、経済分析では財務価格表示の投資費用を経済価格に変換する。この経済価格に変換した後の初期投資費用を表16-1-8に示す。

経済価格への変換は外貨部分、内貨人件費部分および内貨のその他部分別に以下の方法を用いて行った。

一外貨部分

財務価格の外貨部分は運賃を含む輸入価格で表示されており、関税等の移転項目は含まれていない。従って、移転項目の調整は不要であり、シャドーレート調整のみを実施した。

国家計画委員会建設部が公表している現行の対ドルのシャドーレートは1米ドルに対し、5.8人民元である。また、本調査の価格基準は1993年1月であり、対円の為替レートは1人民元が22.0日本円となっている。これらより、日本円に対するシャドウレートは1人民元が21.72円と計算される。従って、外貨部分を1.01289倍する事により経済価格を求めた。

表16-1-8 経済価格と投資費用 (万元)

投資項目	1996	1997	1998	1999	2000	合計
橋梁	3490	6980	6980	0	0	17450
外貨	481	961	961	0	0	2403
内貨	3009	6019	6019	0	0	15047
労務費	188	377	377	0	0	942
その他	2821	5642	5642	0	0	14105
トンネル	2006	5016	3010	0	0	10032
外貨	109	272	163	0	0	545
内貨	1897	4744	2846	0	0	9487
労務費	72	181	108	0	0	361
その他	1825	4563	2738	0	0	9126
路盤	0	2099	2099	0	0	4198
外貨	0	190	190	0	0	380
内貨	0	1909	1909	0	0	3819
労務費	0	547	547	0	0	1094
その他	0	1362	1362	0	0	2725
建物	0	0	3573	1786	595	5954
外貨	0	0	0	0	0	0
内貨	0	0	3573	1786	595	5954
労務費	0	0	201	101	34	335
その他	0	0	3372	1686	562	5619
信通設備	0	175	1966	16965	4869	23976
外貨	0	0	1519	14687	4315	20521
内貨	0	175	447	2278	554	3455
労務費	0	0	8	24	8	40
その他	0	175	439	2254	546	3415
車両	0	0	0	4420	30942	35362
外貨	0	0	0	4420	30942	35362
内貨	0	0	0	0	0	0
労務費	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0
機械設備	2945	5891	14728	5891	0	29455
外貨	2902	5805	14512	5805	0	29024
内貨	43	86	216	86	0	431
労務費	22	43	108	43	0	216
その他	21	43	108	43	0	215
電力設備	1013	2580	7223	10481	2392	23688
外貨	1013	2228	6077	8103	1571	18993
内貨	0	352	1145	2377	821	4695
労務費	0	1	5	9	3	18
その他	0	351	1140	2368	818	4677
小計	9455	22742	39578	39543	38798	150116
外貨	4505	9457	23423	33015	36828	107228
内貨	4950	13285	16155	6528	1970	42888
労務費	283	1148	1354	177	45	3006
その他	4667	12137	14801	6352	1926	39882
予備費・総係費	969	2331	4057	3821	2352	13530
外貨	462	969	2401	3152	2150	9134
内貨	507	1362	1656	669	202	4396
労務費	29	118	139	18	5	308
その他	478	1244	1517	651	197	4088
合計	10424	25073	43635	43364	41150	163646
外貨	4967	10426	25824	36167	38978	116362
内貨	5457	14647	17811	7197	2172	47285
労務費	312	1266	1493	195	49	3314
その他	5146	13381	16318	7003	2123	43970

一内貨人件費

内貨人件費の経済価格への変換は通常個人所得税に関連するものであるが、本プロジェクトで算出された人件費は中国重慶市の個人所得税の課税基準である月額400人民元以下である。したがって、財務価格を経済価格として使用する。

一内貨部分のその他費用

中国では国内産の物品に対して日本の付加価値税に当たる増値税がかけられている。税率は14%であるので、これを移転項目として除去した。

なお、用地費の経済価格は以下のような推定方法を採用したため、同表には表示していない。すなわち、土地の経済価格は単に買収価格を変換して用いるのではなく、国民経済の資源の消費という観点から推定した。快速軌道交通システムの建設のために使用される土地は、他の目的に使用したならば得られる年々の経済価値を放棄して投入されるものであるから、その年々の価値を土地の経済費用として計測することが必要となる。そこで、土地から生じる年間の経済価値を推定するための基礎データとして、重慶市の市街地の地価を参考とした。

中国では土地はすべて国有となっており、国民は使用权を国家から賃借する形式をとっている。重慶市の市街地の場合、初年度については土地の建物の床面積に対して1平方m当たり100ないし400元を支払い、翌年以降は1平方m当たり0.2元から6元を毎年支払うのが通常とのことである。これ以上詳細な情報を得ることは難しく、初年度の支払額の利子分を考慮して、経済価格として1m²当たり年間20元を仮定した。農地については十分なデータが得られなかったため、市街地の費用の半分である1m²当たり年間10元と仮定した。第9章に述べたように、本プロジェクトに使用する土地は上記以外に公共用地があるが、公園、川岸、道路上であるため経済価格はゼロとした。

表16-1-9に土地の経済費用を示す。

表16-1-9 土地の経済費用(年間)

年次	経済費用(万元)
1996	73
1997-2005	147
2006年以降	163

表16-1-10 経済価格の追加投資費用 (万元)

投資項目	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	合計
橋梁	0	0	0	1860	1860	2479	0	6198
外貨	0	0	0	271	271	361	0	903
内貨	0	0	0	1588	1588	2118	0	5295
労務費	0	0	0	129	129	172	0	430
その他	0	0	0	1459	1459	1946	0	4865
トンネル	0	0	0	0	0	0	0	0
外貨	0	0	0	0	0	0	0	0
内貨	0	0	0	0	0	0	0	0
労務費	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
路盤	0	0	0	0	261	0	0	261
外貨	0	0	0	0	0	0	0	0
内貨	0	0	0	0	261	0	0	261
労務費	0	0	0	0	29	0	0	29
その他	0	0	0	0	232	0	0	232
建物	0	0	0	0	1223	1223	0	2446
外貨	0	0	0	0	0	0	0	0
内貨	0	0	0	0	1223	1223	0	2446
労務費	0	0	0	0	69	69	0	137
その他	0	0	0	0	1154	1154	0	2309
通信設備	2035	6409	1791	0	1520	3616	755	16125
外貨	2026	6381	1783	0	1519	3120	563	15392
内貨	9	28	8	0	1	496	191	733
労務費	1	4	1	0	1	4	2	13
その他	8	24	7	0	0	492	189	720
車両	0	0	0	0	0	0	0	0
外貨	0	0	0	0	0	0	0	0
内貨	0	0	0	0	0	0	0	0
労務費	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
機械設備	0	0	0	0	1536	2304	0	3840
外貨	0	0	0	0	1524	2286	0	3809
内貨	0	0	0	0	12	18	0	30
労務費	0	0	0	0	1	1	0	2
その他	0	0	0	0	11	17	0	28
電力設備	0	0	0	203	1013	3230	780	5226
外貨	0	0	0	203	1013	2836	625	4677
内貨	0	0	0	0	0	394	155	550
労務費	0	0	0	0	0	4	1	5
その他	0	0	0	0	0	390	154	545
小計	2035	6409	1791	2062	7413	12852	1535	34096
外貨	2026	6381	1783	474	4327	8603	1188	24781
内貨	9	28	8	1588	3086	4249	347	9315
労務費	1	4	1	129	228	250	3	616
その他	8	24	7	1459	2858	4000	344	8699
備費・総係費	209	657	184	211	760	1317	157	3495
外貨	208	654	183	49	444	882	122	2540
内貨	1	3	1	163	316	436	36	955
労務費	0	0	0	13	23	26	0	63
その他	1	2	1	150	293	410	35	892
合計	2243	7066	1974	2273	8173	14170	1692	37591
外貨	2233	7035	1965	522	4771	9485	1310	27321
内貨	10	31	9	1751	3402	4685	382	10270
労務費	1	4	1	142	252	275	3	679
その他	9	26	8	1609	3150	4410	379	9591

注：車両については計上していない。

b. 追加投資

追加投資費用は初期投資以降に支出される費用で、a. に述べた初期投資と同様な方法により財務価格から経済価格を推定した。追加投資の経済価格を表16-1-10に示す。

なお、車両については需要の増加に対応するために、毎年投資される。表16-1-11に車両の経済価格表示の追加投資額をまとめた。中国の技術進歩による車両の国産化のスケジュールは第15章に述べたとおりである。

表16-1-11 車両の追加投資費用(万元、経済価格)

年次	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
投資額	1364	1364	1364	1364	639	320	320	320	320	3197
年次	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
投資額	639	639	639	639	639	639	639	639	1279	1279
年次	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
投資額	320	320	320	320	320	320	320	320	639	639

c. 更新投資

更新投資は投資された施設、車両等が耐用年数を迎える段階で、旧施設、車両を更新するためになされるものである。投資項目別の耐用年数は表16-1-12に示すとおりであり、経済価格での更新投資費用を表16-1-13に示す。なお、車両については前述のような国産化のスケジュールに基づき、更新投資は

全て国産化によるものと仮定している。

また、信通設備については償却資産のみが対象となる。

表16-1-12 資産別耐用年数

資産区分	耐用年数
橋梁	50
トンネル	90
路盤	57
建物	45
車両	20
機械設備	20
信通設備	15
電力設備	30

表16-1-13 更新投資年次および投資額（万元、経済価格）

投資項目	投資年次	投資額
信通設備	2016	20,135
	2021	11,284
	2026	5,633
機械設備	2021	32,474
車 両	2021	10,231
	2022-6	639 (毎年)
	2027-30	320 (毎年)

d. 残存価格

初期投資、追加投資および更新投資によって投入された資産の一部は、30年間のプロジェクトライフ終了後にも資産価値を有する。これらの価値は残存価格として資産別の耐用年数により計算した。残存価格はプロジェクトライフの最終年に負の投資として計上するが、その結果は表16-1-14に示すとおりである。なお、取替資産（信通設備および電力設備の一部）については投資額の半額を残存価格とした。また、土地については年々の経済費用として計上するため、残存価格はゼロである。

表16-1-14 投資項目別残存価格（万元、経済価格）

投資項目	残存価格
橋梁	11,796
トンネル	7,374
路盤	2,380
建物	3,686
信通設備（償却資産）	7,516
信通設備（取替資産）	3,580
電力設備（償却資産）	1,368
電力設備（取替資産）	4,103
機械設備	16,237
車両	13,780
合 計	71,819

(2) 維持運営費用

維持運営費用は快速軌道交通システム2号線の人件費および物件費より構成される。費用推定の詳細については既に第10章において述べた。従って、本節では経済価格表示の維持運営費用を表16-1-15に示すと定める。

維持運営費については内貨外貨の内訳の推定が困難なため、財務価格から経済価格への変換は行っていない。すなわち、財務価格を経済価格とした。

表16-1-15 維持運営費用（万元、経済価格）

費用項目	2000年 部分開業	2010年 部分開業	2010年 全線開業	2020年 全線開業
人件費	216	269	304	348
物件費	1,173	1,693	2,037	2,696
一般管理費	141	175	198	227
輸送管理費	18	33	43	56
保守管理費	5	7	9	11
運輸費	99	186	240	312
運転費	3	5	6	8
動力費	531	708	838	965
線路保守費	77	118	144	176
電路保守費	167	256	312	381
車両保守費	132	203	247	302
合計	1,389	1,962	2,340	2,786

(注)2010年全線開業費は計算過程上の数値である。

16-1-5 経済分析結果

(1) 分析結果

較場口—大堰村間を2000年末に開業し、2010年末に全線開業する最適案の経済分析は、本来ならば、2000年末にも多少の便益が発生しこれを計上すべきであるが、ごくわずかに過ぎないため2001年から計上した。

まず、便益項目別の便益額について述べると、実質的な開業初年度に当たる2001年ではバス、ミニバスの運行費用の減少である「他交通機関の費用節約」便益が最も大きく、次に「利用者の時間節約」便益、そして、既存のバス、ミニバスを利用する人々が享受する「道路混雑緩和」便益の順序となっている。この順序は2011年まで変わらないが、2012年には重慶市の経済発展の進展による利用者の時間価値上昇により、「利用者の時間節約」便益が最大となる。また、2023年以降、時間価値の上昇と公共交通利用者の増加に伴う道路混雑の激化からと考えられるが、「道路混雑緩和」便益が「他交通機関の費用節約」便益を上回り、この傾向はプロジェクトライフの最終年である2030年まで持続する。

次に費用項目について述べると、較場口—大堰村間の第1期開業のための多額の初期投資が2000年までに投入され、これも比較的多額の追加投資が2010年まで第2期開業区間である大堰村—新山村工事のために投入される。2001年以降の追加投資には旅客需要の増大に対処するための車両の追加投資も含まれているが、これはプロジェクトライフの最終年まで継続する。また、老朽化した資産の更新のための更新投資は耐用年数が短い信通設備が早く、2016年に計上され、2021年以降は追加投資された信通設備とともに車両の更新投資が必要となる。

このような便益と費用から計算される本プロジェクトの純便益額は、2000年までは初期投資による負の値を示すものの、2001年以降は起伏はあるものの順調にプラスとなっている。

上に述べた便益、費用の流れから計算した本プロジェクトの評価指標である経済内部収益率、純現在価値及び便益費用比の値は以下のとおりである。

(付属資料16-1参照)

経済内部収益率	:	12.23%
純現在価値	:	3,305万元
便益費用比	:	1.02

(2) 感度分析

本プロジェクトの便益推定はプロジェクトライフを30年間として行っている。将来予測は現段階において最も合理的と考えられる前提に基づいて実施したが、実際に将来発生する便益は推定値よりも大きくもなり得るし、小さくなることもあり得る。また、費用についても技術進歩、想定不可能な技術的制約の発生、為替レートの変動等、積算費用を上回る場合があり得るし、下回る場合も考えられる。これらの予見不可能な状況が発生した場合には、(1)に示した各種評価指標の値は必然的に変化する。これらの変動の効果を明らかにするため、便益が計算値よりも10%減少した場合と建設費が10%増加した場合及び組み合わせた場合の分析を行った。表16-1-16に感度分析の結果を示す。

表16-1-16 感度分析結果

便益	建設費	経済内部収益率 (%)	純現在価値 (万元)	便益費用比
基本ケース		12.23	3305	1.02
-10%	-	11.20	-10930	0.92
-	+10%	11.37	-9640	0.94
-10%	+10%	10.37	-23875	0.84

(3) 評価

経済内部収益率は経済分析の評価結果を端的に示すものであるが、本プロジェクトの場合は12.23%と、国家計画委員会及び建設部が定めた社会的割引率の基準をわずかに上回り、経済分析の視点からは快速軌道交通計画2号線の国民経済的妥当性は是認されたといえる。しかしながら、この値は基準値である12%をわずかに超えた程度であり、この結果だけからプロジェクト実施の緊急性を主張することは難しいであろう。従って、以下に計測できなかった便益、費用について記述し、プロジェクト実施の必要性を経済分析の視点から補完する。

まず、便益について述べれば、道路交通混雑緩和便益があげられる。本プロジェクトの評価では、快速軌道交通システムの開業によるバス、ミニバスの利用者減少から生ずる運行台数の減少により、道路交通量が減少した結果である乗客の時間節約を計量した。しかしながら、道路交通量の減少による走行時間の短縮はバスやミニバスに限らず、乗用車や貨物自動車についても発生する。本プロジェクトではさまざまな制約により道路交通についての将来予測を実施していないが、通常は乗用車を利用する人々の時間価値は、公共交通利用者よりも高く、この便益額はかなり大きいものと考えられる。また、道路混雑による速度の上昇は運転費用の節約ももたらすものである。この節約額も通常は大きい。

その他の計測できなかった主要な便益としては次のものがあげられる。

- 快速軌道交通システムの動力は電力であり、バス、ミニバス等によって発生する排気ガス汚染の減少。この減少効果は混雑緩和により、いっそう促進される。

- 道路交通の減少による沿道の騒音、振動被害の減少。
- 快速軌道交通車両の国産化等、快速軌道交通システムにかかわる中国の技術進歩の発展。

つぎに、費用について考察すれば、計量されなかった項目は主に環境に関する費用である。これについては第14章環境影響分析に必要となり得る対策について述べてあり、重慶市民の良好な生活環境を維持する目途が明らかにされている。

以上の考察の結論として、計量された便益及び費用に基づく経済内部収益率は際立って大きいものではないものの、計量できなかったものを考慮した場合には本プロジェクトの国民経済的有効性は実施の妥当性を正当化するうえで十分に高いと考えられる。

感度分析での経済内部収益率についても、最も悲観的なケースでも、10%以上を示しており、上に述べた計量化できなかった便益及び費用を考慮すれば、国民経済的には十分に有効なプロジェクトといえよう。

16-2 財務分析

(1) 分析の目的と手法

経済分析が国民経済的視点からプロジェクトの妥当性を検討するのに対して、財務分析の目的は、プロジェクトがどの程度の収益力を持ち、事業体として健全な運営が可能であるかを分析するにあり、そのための指標としては、通常、財務内部収益率 (Financial Internal Rate of Return: FIRR) が用いられる。

FIRRは、需要予測に基づいて算出した運賃を初めとする収入と、プロジェクトの投資費用及び管理運営費 (人件費、物件費、償却等) から資金繰表 (Cash Flow) を作成し、次式により求める。

$$0 = \sum_{t=1}^n \text{Cash Flow}_t / (1 + \text{FIRR})^{t-1}$$

n : 分析期間

Cash Flow_t : 各年ごとのキャッシュフロー

財務内部収益率には、総投資の投資効率を示すROI (Return on Investment) と出資分の投資効率を表すROE (Return on Equity) とがあり、それぞれ以下のキャッシュフローを用いて算出する。

ROI に対するキャッシュフロー : 営業利益 + 減価償却 - 投資額

ROE に対するキャッシュフロー : ROI に対するキャッシュフロー
+ 借入 - 返済 - 利払い

残存価格はプロジェクトライフの最終年に負の投資として計上する。

ROI は、借入金、出資金を合わせた総投下資本の収益率であるから、借入金の金利水準、返済条件等に左右されない。一方ROE は、出資部分のみの収益率であるから、借入条件の影響を受ける。ROI が借入金利を上回っている場合、ROE はROI より高くなるが、逆に借入金利がROI 以上であれば、ROE はROI を下回り、出資部分の効率が総投資の効率に及ばないこととなる。

(2) 主要前提条件

主要前提条件は原則として経済分析と同一であるが、財務分析の性格から、一部異なった部分もある。

1) 分析期間

経済分析と同じく西暦2030年まで（西暦2000末の営業開始から30年間）をプロジェクトライフとする。ただし旅客需要予測は2020年までしか実施されていないので、それ以降については収入（需要）、管理運営費ともに2010年から2020年までの半分の伸びと仮定して分析する。

2) インフレーションについての考え方及び為替相場

インフレは考慮せず、為替相場は1人民元=22円とする。

3) 投資費用

経済分析と異なり市場価格をそのまま用いる。輸入資材に対する関税は、免除される予定につき非課税として分析する。

4) 減価償却

経済分析と同一の耐用年数を適用し、定額法で計算した金額を計上する。プロジェクトライフ中に耐用年数が経過した機器については、再投資を行うものとし、投資額は、車両のみ国産化による調達価格の低下を想定し、その他の機器はすべて初期投資と同一の価格で再調達するものとする。

5) 租税

運賃収入に対して3%の営業税が賦課されるが、公共交通事業の場合その90%が戻税となるので、実質的な負担は0.3%である。

6) 資金調達計画

① 内貨資金

重慶市側より聴取した結果に基づき、全額市当局の出資（無利息、返済不要）によるものとする。

② 外貨資金

外国借款によるものとし、融資条件は下記のとおりと想定する。

金利 : 2.6% p.a.

返済方法 : 10年間据置、期間30年（20年均等半年賦）

建設期間中に発生した金利（建中金利）は融資の対象とすることが認められるのが普通である。従って、ここでは元本に上乗せして借り入れるものとして分析する。

③ 内貨、外貨の調達区分

元来、外国借款は所要外貨資金（輸入機材購入資金相当額）につき融資を受けるのが一般的であるが、最近はプロジェクトの円滑な進行を図るために、借款供与国側が必要に応じて内貨資金の一部まで融資の対象とすることを認める方向にある。こうした動きを踏まえて本分析では、従来どおり所要外貨額に対して融資を受ける場合（調達ケース1）に加えて、有利な条件の借款を活用して市当局の財政負担を軽減する見地から、可能な限りの外貨借入を行う場合（調達ケース2）についても検討することとする。この場合、外国借款の借入限度は、用地費を除く内貨、外貨総所要資金の80%とし、残額を市当局出資の内貨資金によるものと想定する。

7) 収入

① 運賃収入

本プロジェクトの需要予測の前提となった運賃は以下のとおりである（第6章 需要予測参照）。

バス、トロリーバス	0.06元/km
ミニバス	0.11元/km
快速軌道交通 1号線、2号線	0.12元/km

一般的に交通機関の運営にあたっては、例えば乗車券の印刷費用など、乗客が利用する距離に関係なく、乗車1回毎に要する着発経費と、動力費のように乗車距離に比例する運行経費の両方が必要である。短区間の乗車では当然前者の占める割合が大きいので、これをカバーするため一定距離以下の乗車に対し、キロあたりでは割高な初乗料金を徴収するのが普通である。日本の例では、JR、民鉄とも通常3キロから6キロ程度までの区間に対し、初乗料金を適用している。

重慶市の現行公共交通料金体系を見ても、バス、トロリーバス、ミニバスいずれも初乗料金を採用している。一例として、付属資料16-2-1~2に示したバスルート109号線の各区間毎の距離とキロ当り

運賃を比較すると、遠距離の運賃がほぼ一律キロ当たり0.06元なのに対して、短距離が割高になっている。また、定期客に対し普通客と比較して大幅に割引した運賃を適用していない。

このような実態を考慮して、本快速軌道の運賃収入算出に当たっては、乗車料金5Kmまでは初乗料金として一律0.60元徴収し、5Kmを超える場合キロ当たり0.12元の運賃を適用するものとした。0.60元という初乗運賃は、本快速軌道の利便性、快適性を考えると既存の市内公共交通機関に対し十分競争力があり、1回の公共交通機関利用に対して最低支払うべき金額として一般市民に特に大きな抵抗感のない水準と思われる。

上記により算出した2000年、2010年（部分開業、全線開業の両ケース）及び2020年それぞれの運賃収入は表16-2-1のとおりである。計算の明細と快速軌道各駅間の距離表を付属資料16-2-3～11に示す。

表16-2-1 快速軌道運賃収入（単位：万元）

年次	部分開業	全線開業
2000年	7,729	-
2010年	12,333	16,128
2020年	-	20,778

(注)2010年全線開業額は計算過程上の数値である。

② その他の営業収入

キオスク等駅構内営業者からの賃貸料収入、駅及び車内の広告料等運輸事業に伴って生ずるその他の収入である。中国においても当然この種の収入は期待できるが、その規模については適当な資料が得られなかったので日本の例（社団法人 日本モノレール協会「地方中核都市交通問題研究会報告」）を参考に、運賃収入の5%を計上した。

③ 関連事業収入

快速軌道を運営する事業体は、本快速軌道の建設資金の一部確保を主目的に不動産業初め各種の関連事業の展開を予定している。この

点については第11章で公用事業局の計画を基に検討を行い、問題点を指摘しているが、具体的に年次別の収支計画を策定するには至っていない。従って、本分析においては関連事業に係わる収支は検討の対象外とする。

(3) 分析結果

以上の前提条件に基づく分析内容を付属資料16-2-12~15に示す。また、年次別の投資額（耐用年数経過分の再投資を含む）を取りまとめたものが、付属資料16-2-16である。

分析結果から主要な各種指標を比較して表16-2-2に示す。

表16-2-2 分析結果の指標

指 標	資金調達ケース1	資金調達ケース2
FIRR (ROI)	3.80%	
FIRR (ROE)	4.92%	5.58%
単年度収支黒字化	2010年	2011年
累積赤字解消	2013年	2015年
外国借入総額 (うち建中金利)	15億4974万元 (6707万元)	18億3478万元 (9154万元)
市当局出資総額	8億947万元	5億4890万元

1) 財務内部収益率

財務内部収益率(ROI)は総投下資本の収益率で、プロジェクトの採算性を表し、借入金の金利水準、返済条件等に左右されない。本プロジェクトのROIは3.80%で、10%を超える中国の市中金利との比較では決して高い水準とは言えないが、公共事業として所要資金は全額外国借款(金利2.6%)と無利子の出資で調達するとの前提に立てば、特に問題ないと考えられる。

ROIが外国借款の金利を上回っているため、市当局出資部分の財務内部収益率(ROE)はROIより高く、借款利用金額の違いにより資金調達ケース1で4.92%、ケース2では5.58%となっているが、その差はさほど大きくない。

2) 事業体の収支と資金繰り

快速軌道を運営する事業体にとっては、低利とはいえ借入金利用の比率が高いケース2に比べて、出資金の多いケース1の方が収支、資金繰りいずれの面でも利払い負担の点で有利であることはいうまでもない。

しかし、分析結果によると単年度黒字転換はケース1が2010年、ケース2は2011年とわずか1年の違いであり、累積赤字の解消も2013年と2015年で2年の差に過ぎない。また、現金の流入と流出の差を表すネットキャッシュフローで見ても、ケース1は累積ベースで終始プラスであり、ケース2の場合のみ開業時に購入した車両、機器の更新が集中する2021年に一時的にマイナスとなるが翌年すぐプラスに転じている。すなわち、両ケースとも初期及び追加投資のための出資を除き、開業後の運営及び更新投資については自力で対処可能であり、市当局の支援を必要としない。

なお本快速軌道は需要増に応じて年々車両の増備を継続する計画となっており、その償却負担の加重が懸念されるところ、開業時の輸入車両が国産車両に置き換えられる結果、逆に負担の軽減となって収支に好影響を与えていることは見逃せない。従って、増備車両の国産化開始が予定より遅延することがないように周到な計画を立て、実行に移すことが重要である。

3) 重慶市当局の財政負担

資金調達ケース1及び2において、重慶市当局が快速軌道に出資を要する資金には約2億6千万元の違いがある。これを年次別に見ると特に開業までの5年間の負担に大きな開きがある。

表16-2-3 年次別必要出資金額 (単位: 万元)

年次	資金調達ケース1	資金調達ケース2
1996年	10,996	7,035
1997年	21,339	10,181
1998年	20,095	9,118
1999年	8,178	8,777
2000年	2,470	8,190
開業前合計	63,078	43,301

重慶市が快速軌道建設資金にどの程度の資金を割きうるかについて、第11章関連事業計画では1995年時点で都市開発維持費として年間7,250 万元、建設債券分として同じく2,315 万元、合わせて9,565 万元と推定している。下の表16-2-4のとおり重慶市の最近の財政支出の規模が20億元前後であることから見て、この数字はほぼ納得できるものといえよう。

表16-2-4 重慶市財政規模 (単位：億元)

年 度	支 出
1989年度	19.2
1990年度	22.5
1991年度	25.9

以上の前提に立った場合、資金調達ケース1が実施可能か否かは、重慶市の財政がピーク時2年連続年間2億を超える資金負担に耐え得るかに掛かっていると見える。これに対しケース2においては、ピーク年次の支出が第11章で検討した快速軌道建設資金への投入可能金額を若干上回っているものの、前後数年間の支出推移を勘案すれば、何とか財政的に負担可能な範囲内と考えられ、借款金額の確保が出来ればケース1より実現の見通しは高いものといえよう。

なお、第11章で検討した重慶市の関連事業計画では、快速軌道建設開始に先立ってまず資金を関連事業に投入し、利益を上げてこれを軌道建設に活用することを考えている。そのためには、既に軌道建設着工まで時間も限られていることから、関連事業に投ずる資金は極めて回転が早く、短期間に回収される必要がある。もし、計画が予定どおりに進まない、同一年次において、関連開発事業と軌道建設がそれぞれ限られた量の資金を巡って競合する事態さえ懸念されるので、十分注意する必要がある。

(4) 感度分析

旅客需要及び建設費の変動を要素として、感度分析を行う。

1) ケースの設定

以下の5ケースを設定する。

- ケース1： 旅客需要が5%減少した場合
- ケース2： 旅客需要が10% 減少した場合
- ケース3： 建設費が5%増加した場合
- ケース4： 建設費が10% 増加した場合
- ケース5： 旅客需要が5%減少し、建設費が5%増加した場合

2) 分析結果

分析結果を表16-2-5に示す。なお、いずれも事業体の収支及び資金繰りにとってより厳しい、資金調達ケース2をベースに条件を変動させたものである。

表16-2-5 感度分析結果

ケース	財務内部収益率		単年度黒字化	累積赤字解消
	ROI	ROE		
資金調達ケース2	3.80%	5.58%	2011年	2015年
感度分析ケース1	3.40%	4.59%	2011年	2017年
感度分析ケース2	3.00%	3.60%	2011年	2019年
感度分析ケース3	3.48%	4.77%	2011年	2017年
感度分析ケース4	3.18%	4.03%	2011年	2018年
感度分析ケース5	3.09%	3.82%	2011年	2019年

累積赤字解消に要する時間の差はあるが、各ケースともROIは何とか3%台を維持し、借款金利を上回るため、ROIよりROEの方が高い。全体に同じ程度の変動であれば、旅客需要の方が、建設費に比べて大きな影響を及ぼすと言える。

(5) 評価

本快速軌道建設プロジェクトの財務内部収益率は決して高いとは言えないが、外国借款の利用と市当局の出資により低利の資金調達が可能であれば、実施に特に問題はないと考えられる。収支についてもまず妥当な期間内に黒字転換が期待でき、資金繰りでも借入金の返済、利払いに支障を来す恐れはない。

事業体の収支、資金繰りの観点からは、借入金（借款）による資金調達の割合

が少なく、無利息の出資金の比率が高いほうが有利であるのは当然だが、借款の金利も低いのでその差はさほど大きくない。むしろ、出資金の額が増えると重慶市の財政に及ぼす影響の方が大きいので、借款の借入限度、市の財政負担能力等を勘案して、慎重に資金調達方法を検討する必要がある。また、車両の国産化によって償却負担を軽減する効果が、収支に及ぼす好影響は見逃せないで、国産化への移行が遅延しないようにしなければならない。

公共的な交通事業においては、運賃レベルは原則的に、物価、労賃等の上昇と均衡して上昇が認められるものであるが、可行性調査における運賃レベルは、物価、労賃とともに、現在のある時点のものを固定して財務分析を行うのが一般的である。

しかし将来運賃レベルに対する規制等の諸条件が変わって来た時には、物価、労賃等の上昇に対して遅滞なく運賃の調整を行って、収益性の改善を図っていくことが必要である。

快速軌道を運営する事業体は公用事業局傘下の独立した機関になる可能性が強いものと思われるが、その特色を生かして運輸関連各種雑収入の増加を図るとともに、関連事業を積極的に展開するなどして、事業体の経営の安定を図ることが重要である。

第17章

結論と提言

第 17 章 結論と提言

17-1 結論

(1) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、市中区と市南西部を結ぶ路線延長約17.4km、17駅の跨座式モノレール方式の都市軌道交通新線建設である。

路線については、既計画の朝沙線（1号線）較場口駅を起点とし、臨江門地下駅を経由して嘉陵江沿いの浜江路上を高架で通り牛角沱駅に至り、更に仏図関地区通過後トンネルに入り大坪地下駅に至る。引続きトンネルを出て長江路等の道路上を高架で南下し、車両基地に隣接する大堰村駅を通過して新山村駅を終点とする路線である。

開業時期については、較場口駅～大堰村駅間約13.5kmを2000年末開業（第1期）とし、大堰村駅～新山村駅間約3.9kmを2010年末開業（第2期）とする。また、第1期開業のうち大坪駅～大堰村駅間約6.0kmは、1999年後期より試験運転を実施する。

所要投資額については、1993年1月価格で車両費を含め、初期投資額（第1期）約17.8億元、追加投資額（第2期）約5.1億元で、総投資額約22.9億元である。

(2) プロジェクトの評価

1) 技術・環境面

a) 都市側の計画との整合性

本プロジェクトの計画は、重慶市都市総合開発計画（マスタープラン）に基づいて策定された重慶市総合交通計画と整合性をとっており、既計画の朝沙線とともに重慶市の基幹軌道交通網を形成する。

計画した路線は、朝沙線とは較場口駅、大坪駅で連絡し、またバス旅客とは重慶市のバスターミナル計画を考慮して計画しており、旅客の利便性の確保を図っている。

b) 輸送システム

路線のルート及び輸送システムについては、多極分散型の市街地の状況、開発計画、重慶市の急峻な地形条件等を考慮して最適案を絞り込むとともに、さらにルートの具体的な計画条件、予想される需要等を総合的に判断して、較場口駅～新山村駅間のルート及び跨座式モノレールとしたものであり、重慶市に適切な軌道系交通機関である。

c) 列車運行

列車の運行は、車両基地の位置を念頭におき、較場口駅～大堰村駅間列車（2010年末以降は較場口駅～新山村駅間列車）のほか、旅客需要の多い区間に適切に対応するため大坪駅～大堰村駅間に区間列車を設定し、効率的な列車運転計画としている。

列車運行の安全については、列車保安方式として自動列車制御式（ATC）、信号方式として、重慶市特有の霧の発生を考慮して車内信号方式とし、また、列車の安全、道路交通の支障を考慮して全線立体交差とする等安全の確保を図っている。

d) 車両・地上設備

車両、地上設備は旅客需要、列車運転計画に整合した計画としているほか、構造、材料については重慶市特有の酸性雨に対し考慮した計画としている。また、トンネルの施工については地質条件から問題なく、高架橋等の施工については、道路側との十分な調整は必要であるが、特に難工事となる個所はない。

e) 環境

環境面では、高架橋等の地上設備、跨座式モノレールの列車運行が発生源となる騒音、振動、電波障害等の環境分析を行った結果、大きい問題はないと考えるが、別途中国側で実施する環境評価、あるいは試験運転期間中に実測を行ない具体的に評価する必要がある。

2) 経済・財務面

a) 経済

本プロジェクトの経済内部収益率は 12.23%であり、国家計画委員会及び建設部の基準を上回っている。また、分析に含まれていない便益である乗用車、

トラック等の道路混雑緩和による時間節約、輸送費用の減少や、計量化が困難な自動車による排気ガス汚染の軽減、快速軌道交通の車両の国産化を始めとした技術の進展等の多くの便益が期待できる。従って、これらの便益を考慮すれば、分析で得られた各種の評価指標をかなり上回る結果が得られることを認識すべきであり、国民経済的観点からは非常に有効なプロジェクトであると評価できる。

b) 財務

本プロジェクトの財務内部収益率は3.80%で決して高いとはいえないが、外国借款の利用と市当局の出資により低利の資金調達が可能であれば、本プロジェクトの実施に特に問題はない。

事業体にとって借入金より無利息の出資金による調達の比率が高いほど有利なのは当然であるが、借款も低利であるのでその差は小さい。むしろ、出資金の額が増えると重慶市の財政に及ぼす影響の方が大きいので、借款の借入限度、市の財政負担能力等を勘案して、慎重に資金調達方法を検討する必要がある。

事業体は独立した機関となる可能性が強いと思われるので、運輸関連各種雑収入の増加を図り、関連事業を積極的に展開するなどして、事業体の経営の安定を図ることが重要である。

3) 総合評価（結論）

策定された跨座式モノレール方式による較場口駅～新山村駅間約 17.4km の建設計画は技術的に実行可能であり、また近年世界的に問題となっている自動車の排気ガスによる環境破壊の抑制やエネルギー効率の面からも優れているものと判断される。

国民経済的にみた経済内部収益率は 12.23%で、その他の間接便益も考慮するとこのプロジェクトは国民経済的に実行の妥当性があると考えられる。また、事業体の経営面からみた財務内部収益率は3.80%であり、事業体の健全な財政を確保するためには低利息の借款の活用、重慶市政府の出資等が必要である。総合的な見地から、本プロジェクトは、重慶市の地形、市街地の形態、環境、開発等の条件にふさわしく、技術面、環境面、社会、経済財務面から実行可能なものと判断される。また、本プロジェクトの実施により、重慶市の中心として位置づけ

られている市中区の東西方向の交通混雑の緩和が図られ、市中区の都市機能が十分発揮されるとともに、市中区、大坪地区、楊家坪地区、大渡口地区等の市街地に発生する大量の交通量の円滑な輸送が可能になり、重慶市全体の健全な社会、経済活動の発展に寄与できる。

なお、本プロジェクトの効果的実現のためには、設備、車両等についての有効な投資のほかに、管理運営、営業政策、保守、教育等の充実も重要である。

17-2 提言

本プロジェクトを実施するにあたり、本プロジェクトを一層効率的なものとするため、次の事項を提言する。

(1) 旅客の利便性の向上

旅客の利便性を向上させ、旅客の需要増加の促進を図る。

- 1) 端末輸送を有機的に機能させるため、バスターミナルと駅との接続道路の整備及びバス輸送（バス路線の再編成を含む）等の計画について、都市側、バス側と十分に調整を行い整合性をとる。
特に第1期開業時に暫定的に必要となる大堰村バスターミナルは、第2期開業に伴う新山村バスターミナルへの移転も含めて計画し、大堰村バスターミナルの跡地利用も考慮して、都市側、バス側と予め協議する必要がある。
- 2) 本プロジェクトの計画路線と朝沙線やバス輸送との円滑な連絡運輸のため、運行、運賃、旅客案内等の情報及び施設の整備等について、総合的な調整を行う体制を検討する。
- 3) 較場口駅、大坪駅での乗り換えを円滑にするため、本プロジェクトの計画路線と朝沙線との共通連絡乗車券の発売等を検討する。
- 4) 開業後、旅客の動向を継続的に調査し、旅客のニーズに応じた列車ダイヤの改正等を適切に行う。

(2) 管理・運営の円滑化

職員の教育、訓練を十分に行い、管理・運営の円滑化を図る。

- 1) 輸送業務については、高度な列車保安方式（ATC等）の導入によって列車運行の安全性は保証されているが、輸送機関としての信頼性を継続して確保するため、早期に取扱基準を定め、職員の迅速、的確な業務遂行能力を育成するよう教育、訓練を行う。
- 2) 土木施設、電気・機械設備及び車両の保守業務については、早期に保守基準を定め、適切な保守作業が行われるよう職員の教育、訓練を行う。

- 3) 営業業務については、特に、出札、改札、旅客案内等の接客業務に従事する職員が適切に業務を遂行するよう教育、訓練を行う。

(3) 収入の増加

旅客需要増による収入の確保を図るとともに、関連事業等により収入の増加を図る。

- 1) 旅客需要に応じた列車運行（例えば、休日ダイヤの設定等）を検討する。
- 2) 事業体に付与される土地の使用権等を有効に活用し、収入増加に効率よく結びつくような開発等を検討する。
- 3) 駅構内における旅客用商業施設の設置、主要駅における他の商業・都市施設との一体化計画、駅及び車両における広告の掲示等を検討する。

(4) 建設の円滑な推進と投資額の節減

本軌道建設に関係する都市側、道路側、公園側等の諸機関と十分協議、調整を行い、本軌道建設の円滑な推進及び建設費の節減を図る。

- 1) 本プロジェクトの実施により、軌道交通機関を直接利用する旅客にメリットがあるのみでなく、都市側にとっても道路混雑の緩和、開発利益等のメリットが多いので、軌道の建設にあたっては、都市側と協調して推進し、財源の一部を都市側に負担してもらおう等の制度を整備して、建設の円滑な推進と建設費の節減、財源の確保を検討する。
- 2) 本軌道建設の用地費節減を図るため、市街地再開発地域、区画整理地域等の用地について、開発計画側、都市計画側と協議、調整のうえ、可能な限り開発側、都市側の負担による用地の確保を推進する。
- 3) 車両をはじめ輸入資機材の国産化を推進し、投資額の節減を図る。

JICA