

4 需要・整備費用及び採算性等の検討

- ここでは、設定した具体的なルートで、「各路線が単独整備された場合を前提」として、路線計画、需要予測、運行計画及び整備費用の算定を行ったうえで、事業採算性、整備効果の検討を行う。

(1) 路線計画

ア 断面構成

- 緊急車両やタクシー、荷捌きによる物流車両などの停車や細街路の出入り、沿道における自動車の入出庫などの影響を考え、LRTは道路中央に導入することを基本とし、車道は片側1車線（両側2車線）を最低限確保するものとする。

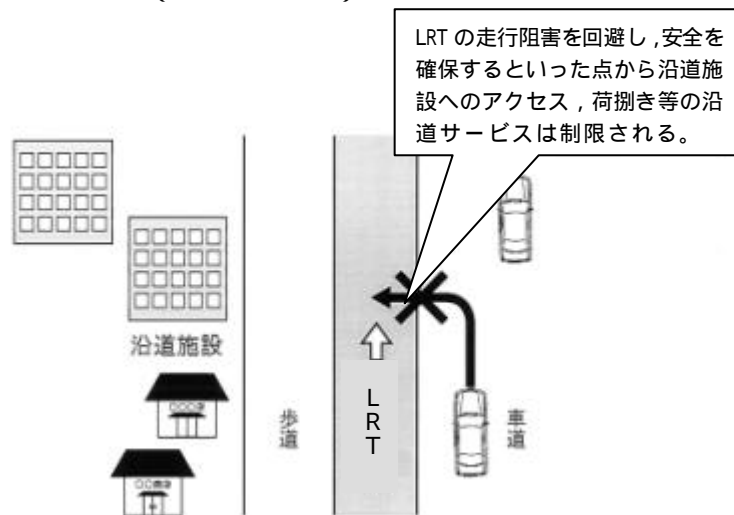


図 自動車による沿道アクセス・沿道サービスの制限（LRTを歩道側に設置した場合）

- 路線計画において、既成市街地内での大規模な用地買収は困難であることから、現況の車道幅員内に車道、軌道を収めることを原則とする。軌道は複線での導入を基本としたが、十分な幅員が確保できない区間では、単線で導入することとする。単線とする区間は、駅間の最小幅員部分を基準にして判定する。

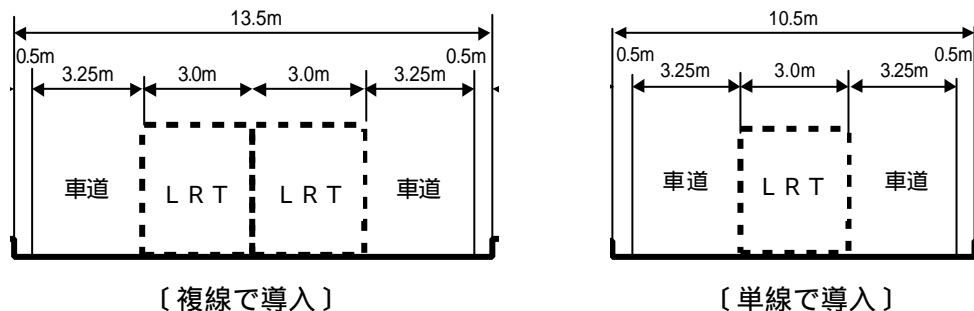


図 LRTの導入における断面構成

イ 停留場

- 停留場は、既設の横断歩道で連絡するものとし、交差点部に設置することを基本とする。交差点部において、自動車の交通処理能力を考慮し、可能な範囲で右折専用車線を確保することとする。
- 停留場間隔は、L R Tの導入ルート沿線全域にわたって、利用圏域とすることを目標に、徒歩で歩くのに抵抗を感じない距離内に停留場を設ける。
- すでに各地で導入されているL R Vは、法規上の最高速度(40km/h)を越える走行性能を持つため、導入時には、現行法規の最高速度の特例を適用することで、L R Tの持つ特性を発揮することが可能であると考えられる。
- したがって、表定速度については、新しい公共交通としてのL R Tの特性が十分発揮できるだけの理想的な走行形態を確保することを前提とし、バス(15km/h)と地下鉄(30km/h)の間に当たる「20km/h」とする。
- その場合、L R Tの加減速性能や最高速度を考慮すると、表定速度 20km/h を維持できる停留場間隔は、およそ 500m となる。
- L R Tがバスと地下鉄を補完する中間の輸送機関であることを勘案すると、適切な停留場間隔は、バスと地下鉄の中間、すなわち 300m ~ 1000m の間が適当である。
- 以上より、標準的な停留場の設置間隔は、「およそ 500m 間隔」が適当であり、本検討における停留場の間隔は、500m を基準としつつ、300m ~ 1000m の間で設定する。
- なお、この条件は、あくまで最高速度を現行の軌道法に定められた速度を超えた 50km/h とし、かつL R T 優先信号の設置を想定した場合であることを留意する必要がある。

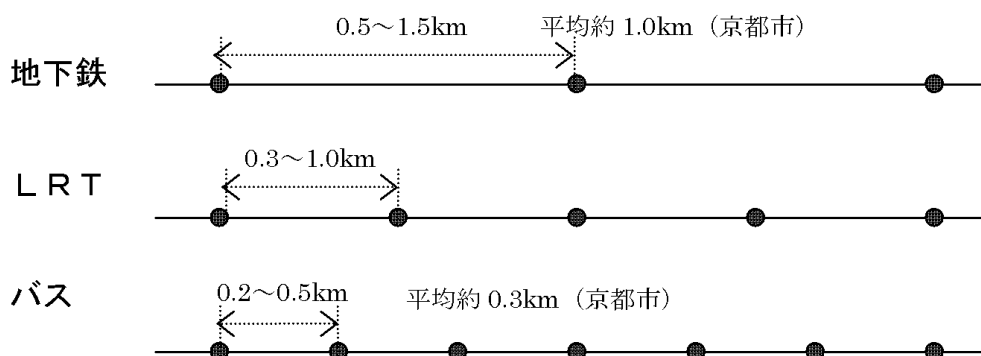
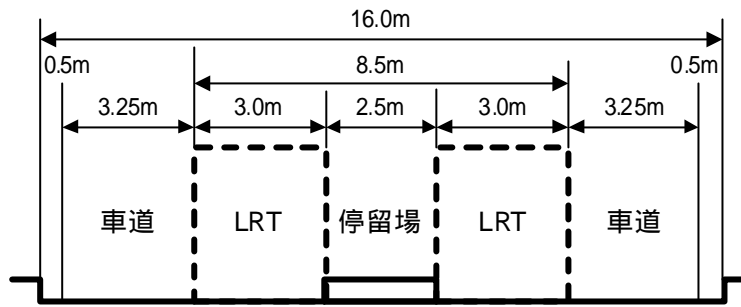
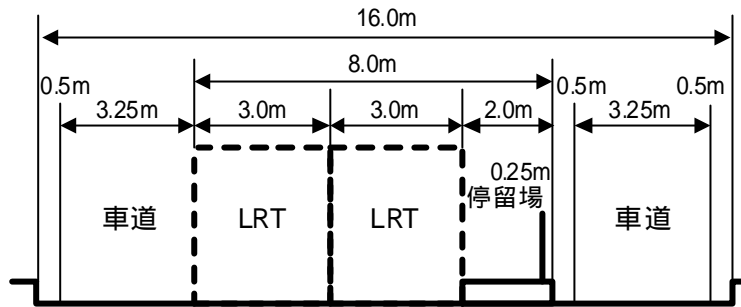


図 停留場配置の基本的考え方



島式ホーム



相対式ホーム

図 L R Tの導入における断面構成

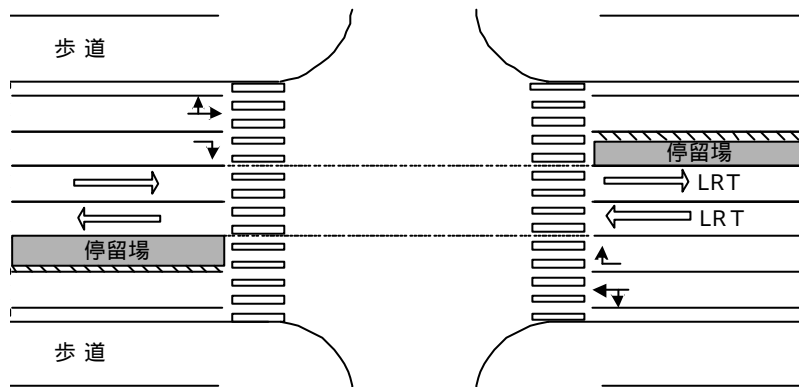


図 相対式ホーム交差点奥側配置の例

ウ 行違設備

- 単線で導入する場合は，運行本数，定時性の確保の視点から，各停留場における行違設備の設置を原則とする。

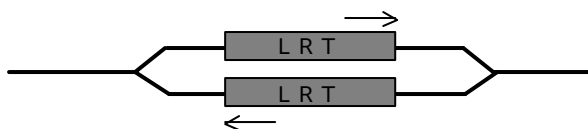


図 単線区間での行違設備の例

【平面計画】

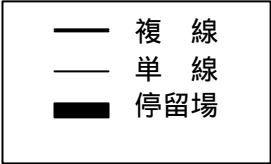


表 平面計画の検討結果の概要

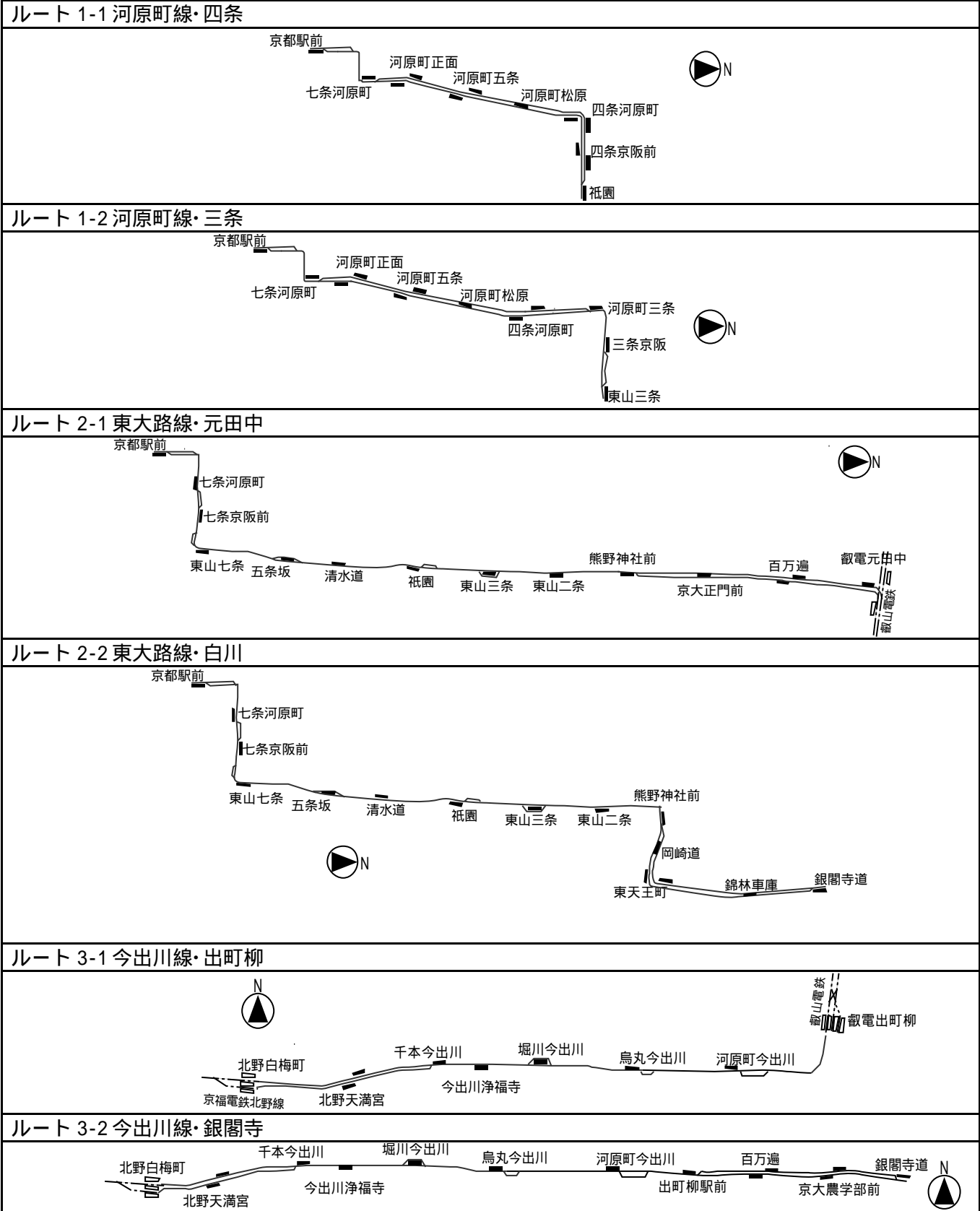


表 平面計画の検討結果の概要

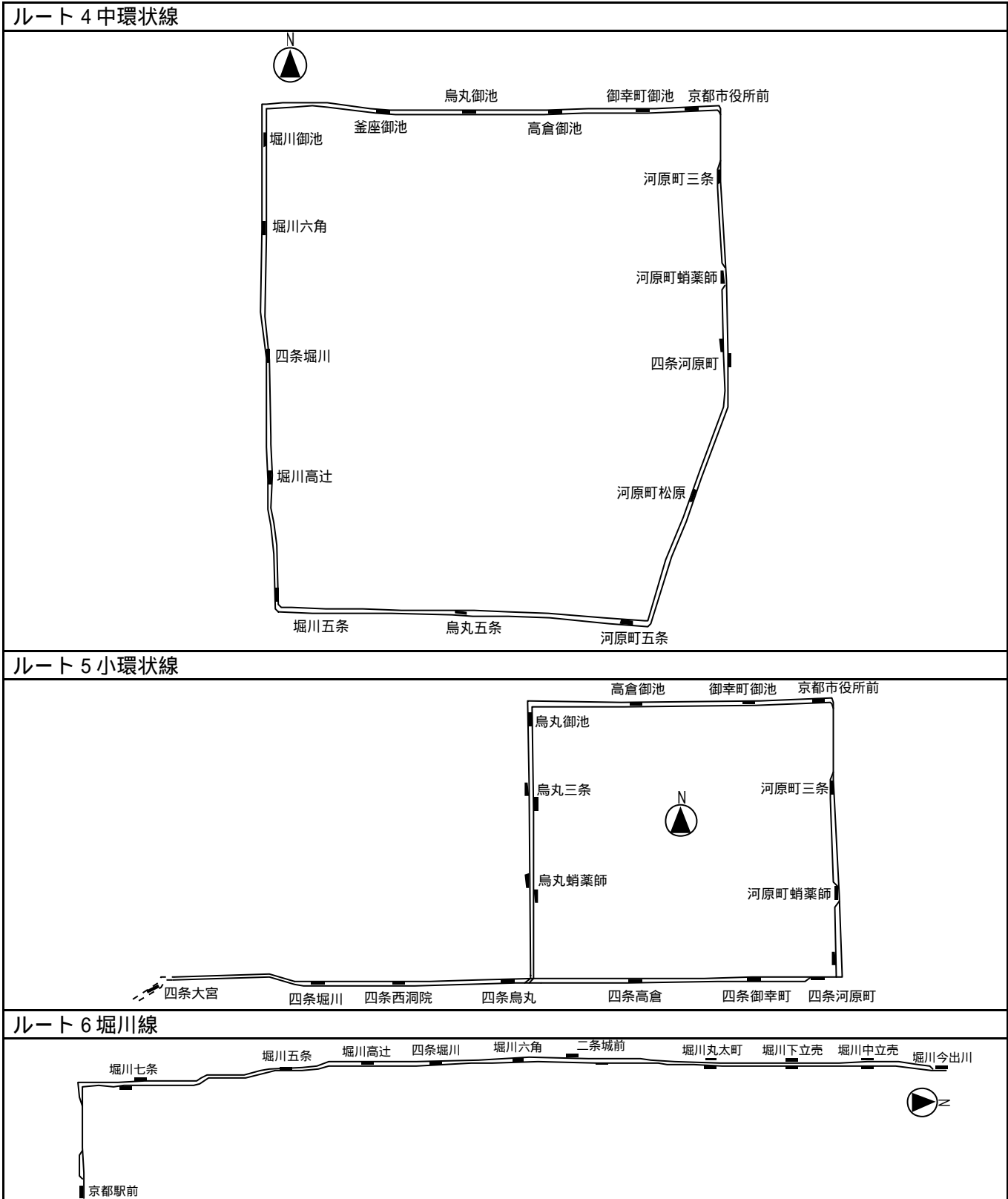
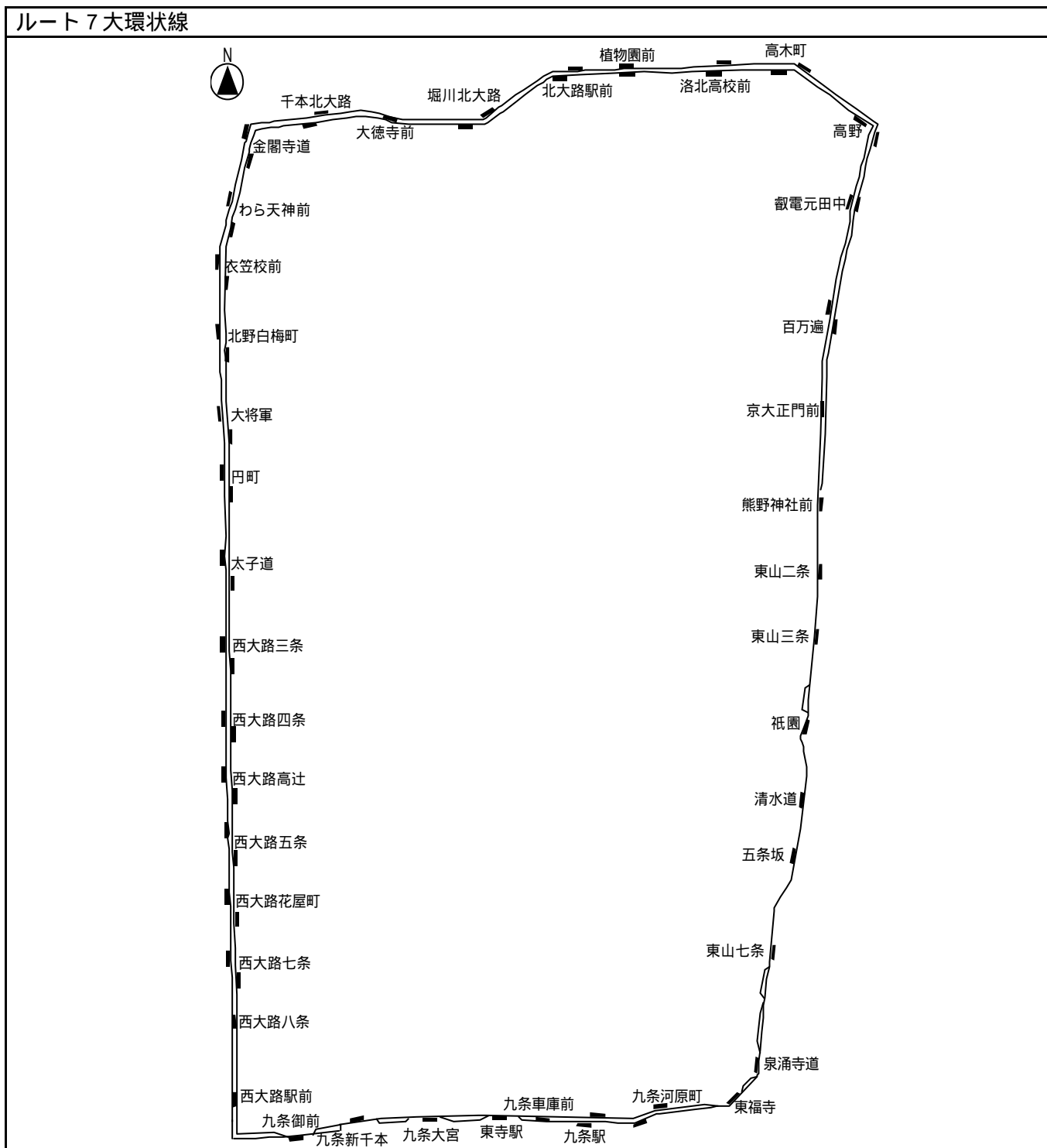


表 平面計画の検討結果の概要



(2) 需要予測

ア 予測方法

- 需要予測は、以下の4つの段階を踏んで需要を予測する「四段階推定法」(下図参照)を用いて行う。

段階1：発生集中交通量の予測 (交通が、どこで発生し、どこへ集中するか)

段階2：分布交通量の予測 (どこから、どこへの交通がどれくらいか)

段階3：交通手段別交通量の予測 (どの交通手段をどれくらい利用するか)

段階4：鉄道路線別交通量の予測 (どの鉄道路線の経路をどれくらい利用するか)

- 予測のベースにしたデータは、第4回京阪神都市圏パーソントリップ調査結果(平成12年)である。

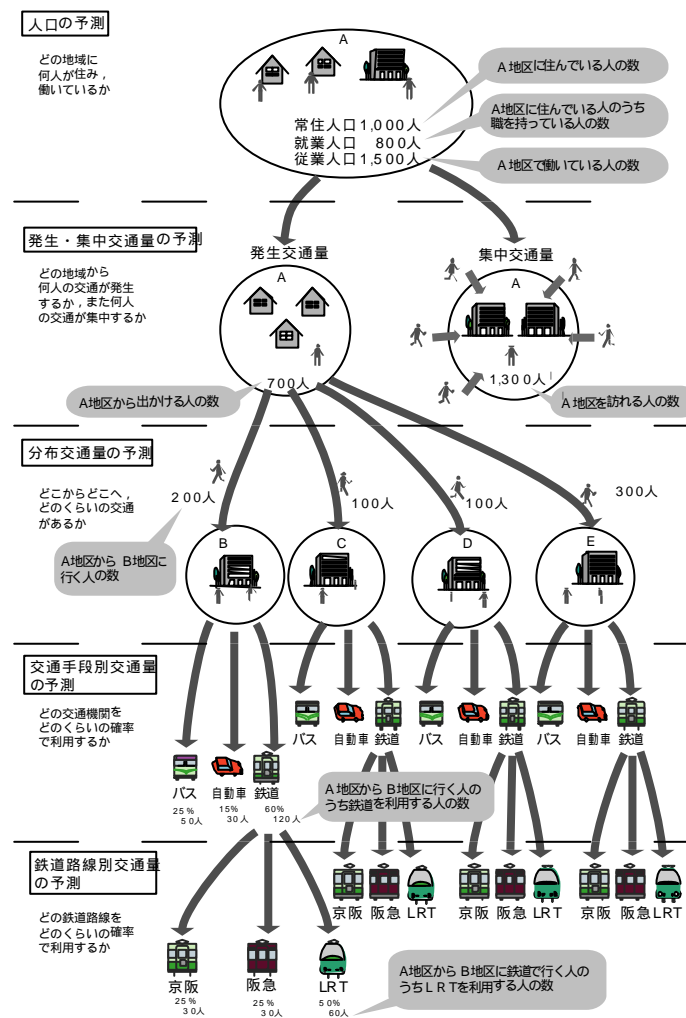


図 需要予測イメージ

イ 交通手段・路線別交通量の予測

- どの交通手段を選ぶか、またどの道のり(経路)をたどるかを予測するときは、「どの経路が早く着けるか」「どの交通手段が安いのか」「乗換はあるかないか」など、それぞれの交通手段及び経路の便利さを総合的に比較して選択する。一般的には、時間

が短いほど、また運賃が安いほど、その交通手段（経路）が選ばれやすくなる。このような、所要時間や運賃，乗換回数などと各交通機関の利用率との関係式を，パーソントリップ調査結果から求める。

- L R T の導入により，例えば所要時間が短くなると考えられる地域においては，L R T の利用者が増加することとなる。交通量の合計は変わらないので，L R T の利用が増加した分，他鉄道やバス・自動車の利用者は減少することになる。これは，L R T 導入により，バスや自動車から L R T に転換することを表している。

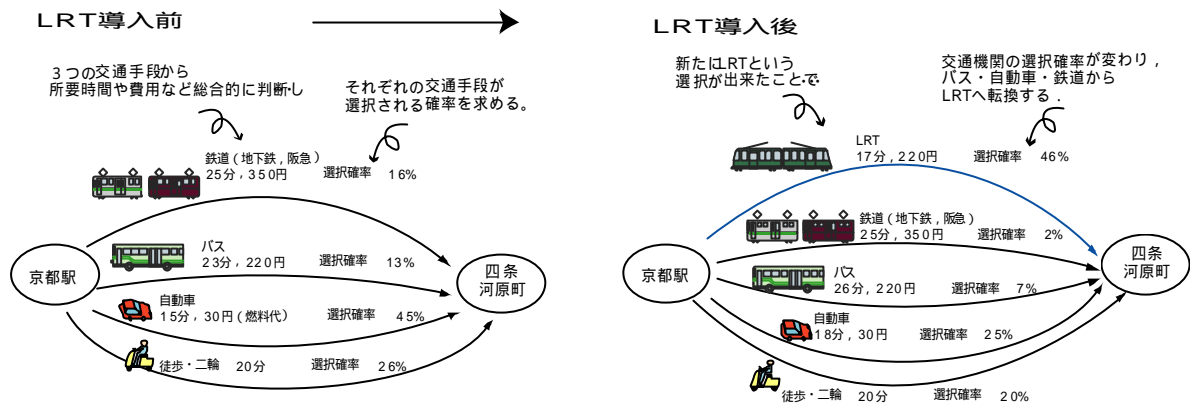


図 L R T（ルート1河原町線）導入時の需要予測イメージ（京都駅 四条河原町間を例として）

ウ 予測の前提条件

- L R T の需要を予測するに当たり，前提条件は，下記のとおりとする。
- L R T 以外の鉄道路線網の設定については，地下鉄東西線六地蔵～醍醐間及び二条～天神川間は開通しているものとして予測するが，その他の条件については，現行のサービスレベルを維持するものとする。
- L R T の運賃は，220 円均一とする。
- 運行本数は，現行の地下鉄の運行本数の水準を参考に，ピーク時 12 本 / 時，オフピーク時 8 本 / 時 とする。ただし，平面計画における単線区間の行違いの都合上，上記の運行本数が確保できない場合は，後述の運行計画で定まった運行本数を用いる。
- ルート 2 東大路線（元田中ルート），ルート 3 今出川線，ルート 5 小環状線については，**全便が京福・叡山線と相互直通運転を行うことを前提とする。**
- L R T そのものの魅力向上などにより，新たな需要が見込まれると考えられるが，現時点でその予測手法として確立されたものは存在しないため，今回の需要予測では考慮しないものとする。

L R T の運賃は，予測上は現行バス料金と同一としたが，今後検討を進める中で，採算性等を考慮し変更する可能性がある。

エ 予測結果（P.38 参照）

(3) 運行計画

- この運行計画では、事業採算性の検討の前提として、標準的な導入車両、運行本数、必要編成数を決定する。
- 各ルートにおいて運行系統を設定の上、運行系統別に抽出した最混雑区間におけるピーク時通過人員に対応可能な輸送力を確保できるよう、導入車両を想定して運行本数を設定した。ピーク時通過人員は、既存のバス、地下鉄、既存軌道事業者などの実績を参考にしつつ、観光客などの多客期への対応も考慮して、一日の総旅客数の25%がピーク時に集中すると想定した。
- サービス水準としての最小運行本数は、現況の地下鉄の運行本数を参考に、12本/時（ピーク時）、8本/時（オフピーク時）と設定した。ただし、ルートによっては単線区間が存在するため運行可能な最小運行間隔より、ピーク時運行本数を算出する。
- 検討対象車両については、国内外で導入されている超低床車両のうち、車体の規模が異なる代表的な以下の4種とする。



33m 車 (ストラスブールタイプ)



30 m車 (広島市タイプ)



18 m車 (熊本市タイプ)



14 m車 (鹿児島市タイプ)

写真 検討対象車両

表 検討対象車両の主な諸元

メーカー名	アドトランツ	アルナ工機/シーメンス	新潟鉄工/アドトランツ	アルナ車両	
導入都市名	ストラスブール(仏)	広島	熊本	鹿児島	
自重	35.0t	31.7t	21.0t	19.0t	
定員	210人	153人	76人	55人	
内座席	66人	52人	24人	24人	
最大寸法	長さ	33.10m	30.52m	18.55m	14.00m
	幅	2.40m	2.45m	2.35m	2.45m
最高速度	70km/h	60km/h	40km/h	40km/h	

出典：日本交通計画協会ホームページ

- ピーク時輸送人員及び走行可能な運行本数を基に、混雑率を算出すると以下のとおりとなる。
- 車両は、混雑率が150%以下になるものを設定することとする。

表 最大乗車人員及び混雑率 (%)

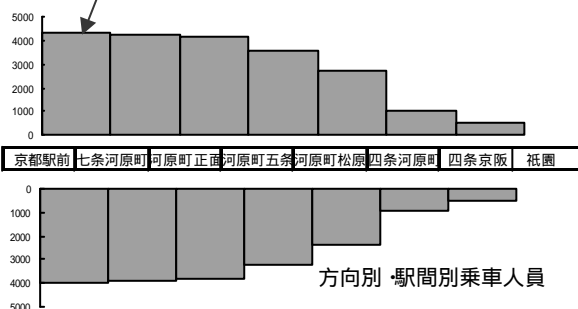
路線名	ルート	方向	最大乗車人員 (人/1編成)	混雑率 (%)			
				大型	大型	中型	小型
ル-1 河原町線	1-1 四条通	北行	90	43%	59%	118%	163%
		南行	83	40%	54%	110%	152%
	1-2 三条通	北行	106	51%	69%	140%	193%
		南行	98	47%	64%	129%	178%
ル-2 東大路線	2-1 元田中	北行	273	130%	178%	359%	495%
		南行	263	125%	172%	345%	477%
	2-2 白川	北行	170	81%	111%	224%	309%
		南行	168	80%	109%	220%	305%
ル-3 今出川線	3-1 出町柳	東行	180	86%	118%	237%	327%
		西行	173	82%	113%	227%	314%
	3-2 銀閣寺	東行	133	63%	87%	174%	241%
		西行	125	60%	82%	164%	227%
ル-4 中環状線		左回り	19	9%	12%	25%	34%
		右回り	21	10%	14%	27%	38%
ル-5 小環状線		東行	46	22%	30%	60%	83%
		西行	54	26%	35%	71%	98%
ル-6 堀川線		北行	142	67%	93%	186%	258%
		南行	131	63%	86%	173%	239%
ル-7 大環状線		左回り	256	122%	167%	337%	466%
		右回り	260	124%	170%	343%	473%

- 大型 : 33 m車(ストラスプールタイプ)
定員 210人/編成
- 大型 : 30 m車(広島市タイプ)
定員 153人/編成
- 中型 : 18 m車(熊本市タイプ)
定員 76人/編成
- 小型 : 14 m車(鹿児島市タイプ)
定員 55人/編成

網掛け：混雑率 150%以上

最大乗車人員の算定例

ルート毎、駅間毎の通過人員の最大値を求める
(ルート1河原町線・四条ルートの場合、京都駅 七条河原町間が最も多く、4300人/日乗っている)



すると、ピーク時1編成当たりの最大通過人員は、
 $4300(\text{人/日} \cdot \text{片道}) \times 25(\%) \div 12(\text{本/時}) = 90(\text{人/1編成})$
 ピーク率 ピーク時の1時間当たり本数

表 混雑率一覧

混雑率の目安	100%	150%	180%	200%	250%
	定員乗車(座席につか、 吊革につかまるか、ドア 付近の柱につかまる ことができる)。	広げて車に新聞を読める。	折りたたむなど無理を すれば新聞を読める。	体がふれあい相当圧迫 感があるが、過剰読程 度なら何とか読める。	電車がゆれるたびに体 が割れなくなって身動き ができず、手も動かせ ない。

(4) 整備費用

- 整備費用については、軌道事業費、道路事業費及びその他事業費に分けて計上するものとする。
- 軌道事業費は、路面整備費(軌道部分の路盤整備費)、軌道費(レール・分岐器等)、停留場費、電気・信号費、通信・ロケーション設備費、車両費及び車庫設置費(用地買収費含む)を対象とする。なお、用地買収費は実勢価格ではなく、国土交通省の地価公示価格を基に算出している。
- 道路事業費は、導入に伴う道路拡幅工事のうち、拡幅部分等の道路工事費、用地買収費及び家屋補償費のみを対象とし、既存の道路部分の工事費は対象としない。しかし、実際のLRT導入に当たっては、既存の道路部分についても、工事が必要な場合が生じると考えられる。
- その他事業費は、橋梁架替費、地下埋設物移設費及び乗入れに伴う整備費(車両費、低床ホーム設置費及び上屋設置費)を対象とする。
- 事業費算定結果は、以下のとおりとなる。

表 事業費の算定結果

路線名	ルート	路線延長 (km)	相互直通 の有無	軌道事業費	道路事業費	その他事業費	合計
河原町線	1-1 四条通	3.0	-	98 億円	-	22 億円	120 億円
河原町線	1-2 三条通	3.6	-	104 億円	-	43 億円	147 億円
東大路線	2-1 元田中	6.6	叡山電鉄	185 億円	40 億円	96 億円	321 億円
東大路線	2-2 白川	7.0	-	177 億円	40 億円	28 億円	245 億円
今出川線	3-1 出町柳	4.1	京福電鉄 叡山電鉄	121 億円	14 億円	191 億円	326 億円
今出川線	3-2 銀閣寺	5.6	京福電鉄	163 億円	14 億円	126 億円	303 億円
中環状線	4	6.1	-	142 億円	-	4 億円	146 億円
小環状線	5	4.3	京福電鉄	130 億円	-	54 億円	184 億円
堀川線	6	5.2	-	170 億円	-	6 億円	176 億円
大環状線	7	22.2	-	491 億円	-	107 億円	598 億円

事業費は、「LRT導入可能性に関する調査研究〔建設費の試算〕」
 (平成8年(社)日本交通計画協会)等により算出
 道路拡幅が生じる場合の道路工事費、その他事業費及び家屋補償費は、実績値を参考に設定
 用地買収費は実勢価格ではなく、国土交通省の地価公示価格を基に算出

- このうち、軌道事業費、道路事業費、その他事業費の内訳は、以下のとおりである。

表 軌道事業費の内訳

路線名	河原町線	河原町線	東大路線	東大路線	今出川線	今出川線	中環状線	小環状線	堀川線	大環状線
ルート	1-1 四条通	1-2 三条通	2-1 元田中	2-2 白川	3-1 出町柳	3-2 銀閣寺	4	5	6	7
路面整備費	17	19	26	29	16	26	36	25	30	122
軌道費	1	1	2	2	1	1	1	1	1	4
停留場費(ホーム)	0	0	1	1	0	1	1	0	1	3
停留場費(上屋)	1	1	2	2	1	2	1	1	2	8
電気・信号費(電車柱)	4	5	8	9	5	7	8	5	7	28
電気・信号費(電車柱以外)	17	19	33	34	27	29	25	28	24	72
通信・ロケーション設置費	9	9	12	13	9	11	14	14	11	32
車両費	20	20	39	34	24	34	22	22	37	81
車庫設備費	13	13	28	23	16	23	13	13	25	58
車庫用地費	8	8	18	15	11	15	8	8	17	38
総係費	9	9	17	16	11	15	13	12	15	45
軌道事業費計	98	104	185	177	121	163	142	130	170	491

単位：億円

表 道路事業費の内訳

路線名	河原町線	河原町線	東大路線	東大路線	今出川線	今出川線	中環状線	小環状線	堀川線	大環状線
ルート	1-1 四条通	1-2 三条通	2-1 元田中	2-2 白川	3-1 出町柳	3-2 銀閣寺	4	5	6	7
道路工事費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
用地費	0	0	3	3	1	1	0	0	0	0
家屋補償費	0	0	33	33	12	12	0	0	0	0
総係費	0	0	4	4	1	1	0	0	0	0
道路事業費計	0	0	40	40	14	14	0	0	0	0

単位：億円

表 その他事業費の内訳

路線名	河原町線	河原町線	東大路線	東大路線	今出川線	今出川線	中環状線	小環状線	堀川線	大環状線
ルート	1-1 四条通	1-2 三条通	2-1 元田中	2-2 白川	3-1 出町柳	3-2 銀閣寺	4	5	6	7
橋梁架替費	20 (四条大橋)	40 (三条大橋)	25 (七条大橋)	25 (七条大橋)	27 (賀茂大橋)	27 (賀茂大橋)	0	0	0	96 (九条跨線橋 北大路橋)
地下埋設物移設費	2	3	3	3	4	4	4	4	6	11
乗入に伴う整備費用	0	0	68	0	160	95	0	50	0	0
その他事業費計	22	43	96	28	191	126	4	54	6	107

単位：億円

地下埋設物移設費は、L R Tが導入される道路中央下の地下埋設物を対象とし、移設単価を8千万円/kmとして算定

地下埋設物移設費は、各企業者が費用を負担することが前提

乗入に伴う整備費は、車両費、乗入れ区間の各駅への低床ホーム・上屋設置費を計上

乗入に伴う整備費は、既存事業者(京福電鉄、叡山電鉄)の費用負担が前提

(5) 事業採算性

ア 基本的考え方

- 事業採算性の検討は、建設期間と開業後の運営期間（40年間）を対象に、経年的に収支差による累積を求め、目標とする年次以内に、各単年度における損益収支及び計算期末の資金収支が黒字化するかどうかを評価基準として判断する。
- 事業採算性の検討は、標準的な自己建設・運営方式による検討を行う。
- 事業採算性は、軌道事業者の資金収支を評価するものであるため、検討対象は、あくまで軌道整備に係る事業費（軌道事業費）と軌道事業者の収入及び運営費とし、道路事業費及びその他の事業費（橋梁架替費，地下埋設物移設費，乗入れに伴う整備費，車両費，低床ホーム設置及び屋上設置費）は、事業採算性検討条件対象外とする。
- なお，計算期間は開業後40年とした。これは，運輸政策審議会答申第19号（鉄道部会，平成12年）において，都市鉄道の事業採算性を見込む前提となる償還期間を40年程度が適当とされていることによる。

表 事業採算性検討で検討対象とする費用一覧

大項目	費目	検討対象
軌道事業費	路面整備費	
	軌道費(レール・分岐器など)	
	停留場費	
	電気・信号費	
	通信・ロケーション設備費	
	車両費	
	車庫設置費(用地費含む)	
道路事業費	軌道敷部分以外の道路工事費	×
	用地買収費	×
	家屋補償費	×
その他事業費	橋梁架替費	×
	地下埋設物移設費	×
	乗入事業者車両費	×
	〃 停留場改築費	×

< 指標の意味 >

- 単年度における損益収支の黒字化：損益計算書における「当期利益」が，プラスになるかどうかで判断する。
- 計算期末の資金収支：資金過不足の累計（キャッシュフロー）が，40年間でプラスになるかどうかで判断する。

イ 事業採算性検討の前提条件

事業採算性検討の前提条件として、主な項目を以下に示す。

- 金利及び物価上昇などは、40年間という長期スパンの検討を行うため、過去10年間の平均値を使用する。物価上昇についてはゼロと設定する。
- 要員数及び経費原単位（営業距離当たりの経費）は、類似事例（近畿の路面電車事業者である阪堺電気軌道及び京福電鉄の平均）に基づき設定する。
- 運賃上昇率及び支出費目の人件費・経費上昇率は、消費者物価指数、卸売物価指数の過去10年間の変化及び時世を考慮し、ゼロと設定する。
- 補助制度としては、路面電車走行空間改築事業、都市再生交通拠点整備事業及びLRTシステム整備費補助を適用する。

表 補助制度 (太字 新規)

補助制度	対象事業者	補助対象	負担割合			
			国	地方 (京都市)	道路 管理者 (京都市)	軌道 事業者
LRTシステム整備費補助	軌道事業者	低床式車両その他LRTシステムの整備に不可欠な施設に対して補助	1/4	1/4	-	1/2
路面電車走行空間改築事業	道路管理者	路面電車の延伸・新設に係る走行路面などの道路改築、停留場の整備	1/2	-	1/2	-
都市再生交通拠点整備事業	軌道事業者	路面電車の停留場、架線柱、シェルター（駅前広場・公共通路などの公共施設整備と一体的に整備する場合）の整備	1/3	1/3	-	1/3

軌道事業者：公営，第三セクター，民間

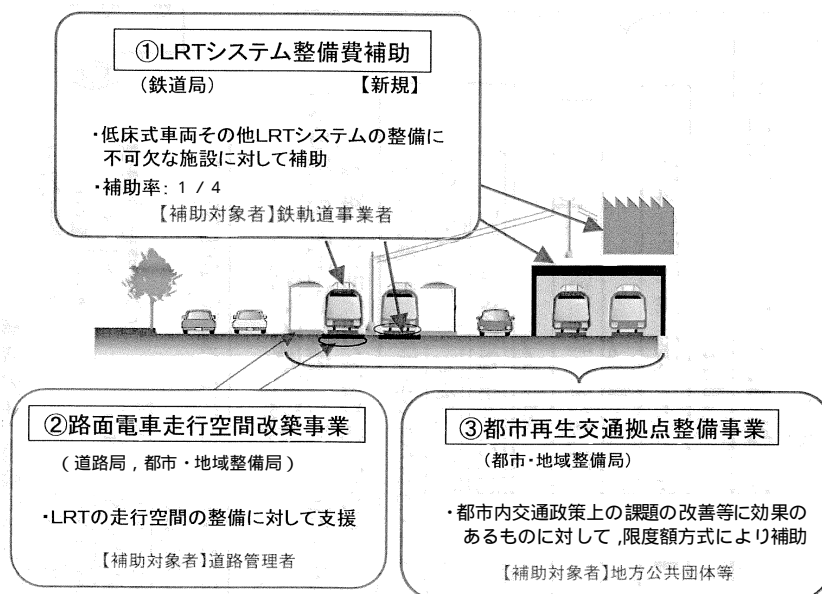


図 補助制度の概要

- その他，詳細の前提条件は，以下のとおり。

表 事業採算性検討の前提条件一覧表

物価上昇率	0%(デフレ 10 年平均)
受取利息	0.071%(普通預金 10 年平均)
支払利息	1.87%(短プラ 10 年平均)
資金調達方法	補助金 (無償資金) 資本金：総建設費の 20% (無償資金) 残りを政策投資銀行と市中銀行で折半 (有償資金) 政策投資銀行：3 年据置，17 年元利均等返済， 市中銀行：3 年据置，7 年元利均等返済
車両の買い換え	35 年目
金利	政策投資銀行 2.353%/年 (長プラ 10 年平均) 市中銀行 2.353%/年 (長プラ 10 年平均)
経費原単位	阪堺・京福の実績 (H13 鉄道統計年報) を基に設定
経費上昇率	0%
人件費単価	阪堺・京福の実績 (H13 鉄道統計年報) を基に設定
人件費上昇率	0% (時世を考慮)
1 人当たり運賃支払額	京都市バスの実績 (161.60 円 / 人) (H15 京都市交通事業白書)
運賃上昇率	0% (時世を考慮)
運輸雑収率	阪堺・京福の実績 (H13 鉄道統計年報) を基に設定 (運輸収入の 5.4%)
固定資産税特例	車両：開業後 5 年間 4 分の 1 その他施設：開業後 5 年間 3 分の 1 その後 5 年間 3 分の 2

(6) 整備効果

ア 整備効果の検討の考え方

- 運輸省（現：国土交通省）鉄道局監修の「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 99」に沿って、L R T導入の整備効果について分析を行う。

イ 費用便益分析の基本的な考え方

- 整備に要する費用に対して、貨幣換算された便益がどの程度発生するかを定量的に把握する。
- 費用便益分析で用いる評価基準の一つとして、効果と費用の比（費用便益比 B/C）が 1.0 以上であることが求められる。費用便益比は、マニュアルで対象とする効果項目と費用項目を用いると下式のように表される。

$$\frac{\text{便益 (B)}}{\text{費用 (C)}} = \frac{\text{利用者便益} + \text{供給者便益} + \text{環境等改善便益} + \text{期末残存価値}}{\text{総費用}}$$

- 前述の算定について、計算期間中（マニュアルでは建設期間 + 開業後 30 年及び 50 年）の各年度において効果と費用を算出し、これを計算期間内で集計して費用便益を検討する。

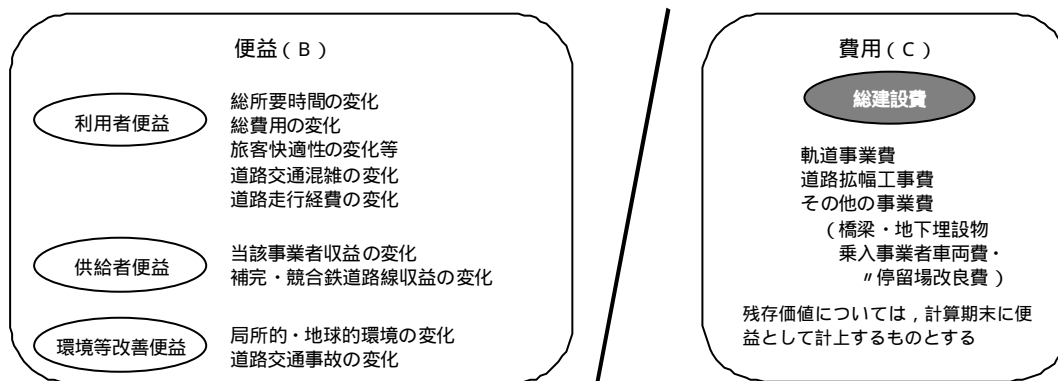


図 便益 (B) と費用 (C) の関係

表 便益分析項目

便益		項目	概要
利用者便益	鉄道利用者便益	総所用時間の変化	所用時間の変化
		総費用の変化	運賃・料金等の変化
		旅客快適性の変化等	乗換回数の変化等
	自動車利用者便益	道路交通混雑の変化	道路走行に係る所要時間の変化
		走行経費の変化	ガソリン代等の道路走行費の変化
供給者便益		当該事業者収益の変化	L R T 事業者の収益の増減
		補完・競合路線収益の変化	L R T 以外の鉄道事業者の収益の増減
環境等改善便益		局所的環境の変化	N O x 排出量の変化
		地球的環境の変化	C O 2 排出量の変化
		道路交通事故の変化	自動車交通増減による事故数の変化
期末残存価値			計算期末における土地等の資産の価値

- 供給者便益は、L R T整備により、既存路線バス事業者においても減収が想定されるが、本検討では、バス事業者の減収分は考慮しないものとする。この理由は、例えばL R T競合路線のバスが廃止になったとしても、その後、そのバス事業者が路線再編成を行って、営業費の圧縮を行う結果、当該L R T整備がなかった場合と同水準の収益を上げることが想定しているためである。
- 費用便益分析において、検討対象となる費用一覧は下表のとおり。費用便益分析では、L R Tそのものの事業費のみならず、関連して発生するすべての費用が対象となる。（事業採算性の検討の際に用いる費用とは異なることに留意する必要がある。）
なお、上記費用に対する残存価値については、計算期末に便益として計上する。（＝期末残存価値）

表 費用便益分析で検討対象とする費用一覧

大項目	費目	費用便益分析 検討対象
軌道事業費	路面整備費	
	軌道費（レール・分岐器など）	
	停留場費	
	電気・信号費	
	通信・ロケーション設備費	
	車両費	
	車庫設置費（用地費含む）	
道路事業費	軌道敷部分以外の道路工事費	
	用地買収費	
	家屋補償費	
その他事業費	橋梁架替費	
	地下埋設物移設費	
	乗入事業者車両費	
	〃 停留場改築費	

ウ 前提条件の設定

- L R Tの費用便益を行うに当たり、前提条件は下記のとおりとする。

表 費用便益分析における前提条件

項目	内容	備考
評価年次	平成 16 年（2004 年）	現時点での評価とする。
供用年次	平成 26 年（2014 年）	概ね 10 年後で考えることとする。
検討対象期間	建設期間 3 年 + 開業後 30 年 及び 50 年	マニュアルに準拠する。
社会的割引率	4%	マニュアルに準拠する。
時間評価値	36.65 円/分	平成 14 年京都市実績 平均賃金=326,142 円/月 労働時間=148.3 時間/月

なお、この条件については、定量的検討の前提として、仮に置いたものであり、供用年次、建設期間など、この条件での整備を決定づけるものではない。