

# 「都市鉄道のシステム選択のあり方」

## 1. 調査の背景と目的

我が国の鉄軌道系システムは、普通鉄道のほか小型鉄道、モノレール、新交通システム等様々なものが開発・整備されており、都市内交通として高速性、定時性、輸送効率性等において優れた機能を有している。

一方、地球規模の環境問題や高齢化社会の進展への対応等の社会的ニーズを踏まえると、誰もが利用しやすく、社会的効果が大きい、まちづくりと整合した交通システム整備が求められている。

このような背景を踏まえると、今後の鉄軌道系システム整備に際しては、地域の都市交通体系の中で求められる役割・機能等をこれまで以上に考慮した上で、適切なシステムを選択していく必要がある。

しかし、これらの鉄軌道系システムを選択に際しては、全てのシステムを対象として選択するような評価方法がなく、必ずしも統一した評価基準で選択されていないのが現状であり、選択したシステムが地域にとって必ずしも最適なシステムになっていない可能性もあると考えられる。

そこで本調査では、鉄軌道系システムの現状、事例調査、特性整理を行った上で、システム選択のプロセスと評価手法について検討を行い、計画の構想段階において自治体担当者等がシステム選択を行う際の検討手法を取りまとめた。

なお、本調査における検討対象システムは、都市内における鉄軌道系システムである。

## 2. 調査の項目とフローチャート

本調査の調査項目と調査手順は以下の通りである。

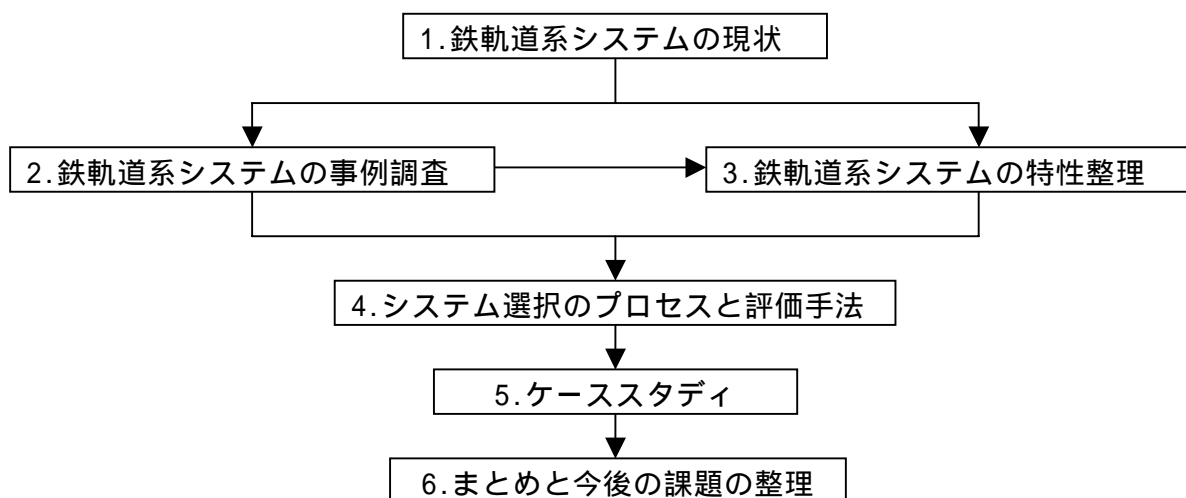


図 - 1 調査の全体構成

### 3．鉄軌道系システムの現状

#### (1) 鉄軌道系システムの整備状況

我が国では急激なモータリゼーションの進展を背景として、昭和 30 年代以降多くの路面電車が廃止され、都市内交通において自動車利用優先の政策が進められた。同時に昭和 30 年代後半から大都市部への人口集中を背景とした大量の通勤輸送への対応等から大都市で多くの地下鉄が建設された。昭和 50 年代に入るとモノレールや新交通システム等自動車交通と分離して道路空間へ導入する軌道系システムの建設が進められてきた。

近年では建設費が低廉で一般道路の走行も可能なガイドウェイバス（デュアルモードシステム）や、博覧会地区へのアクセス路線として磁気浮上式システムの運行が開始されるなど、新しいタイプのシステムも導入されてきている。

一方、海外では 1970 年代後半頃から L R T が都市再生の装置として復活し、着実にその導入事例が増えている。

本調査では、高性能車両・部分立体化・公共交通優先信号導入等により路面電車の性能を高め、まちづくりと一体的にその機能を発揮させるとともに、低騒音化やホームと車両床面の段差解消等による誰にでも使いやすい都市交通システムを“L R T”と呼ぶこととする。

#### (2) 補助制度の現状

都市内における鉄軌道系システムの補助制度については、システムの整備・促進という社会的要請に応じて各種の制度が設けられてきた。現行の補助制度の概要は以下のとおりである。

路面電車の整備に関しては 1997 年度に走行路面や停留場に対する補助制度が創設され、2005 年度からはレールや車庫等に対する補助制度が導入される予定となっているなど制度の拡充が進められている。

表 - 1 補助制度等の概要

創設年度	制 度	主たる対象システム	対象事業者
1962	地下高速鉄道整備事業	普通鉄道等	公営（札幌市、仙台市等） 準公営（埼玉高速鉄道(株)等） 東京地下鉄(株)
1972	貸付線及譲渡線建設費等 利子補給金	普通鉄道等	J R 各社、民鉄事業者
1973	ニュータウン鉄道等整備 事業	普通鉄道等（ニュータウン鉄 道及び空港アクセス鉄道）	横浜市、旧都市基盤整備公団、中部国 際空港連絡鉄道(株)等
1974	モノレール道等整備事業	都市モノレール、新交通シス テム等	地方公共団体（道路管理者）
1991	都市鉄道整備費無利子貸 付金	普通鉄道等	旧日本鉄道建設公団、東京地下鉄(株)
1997	路面電車走行空間改築事 業	路面電車	地方公共団体（道路管理者）
1997 拡充	都市再生交通拠点整備事 業	路面電車	地方公共団体、民間
2001	公共交通移動円滑化設備 整備事業	路面電車	鉄軌道事業者
2005	L R T システム整備費補 助（予定）	路面電車	鉄軌道事業者

## 4．鉄軌道系システムの事例調査

ここでは、システム選定経緯からシステム選択に際しての評価項目と選択理由を明らかにするために事例調査を実施した。対象とした路線は小型鉄道、モノレール、新交通システム、ガイドウェイバスの10路線である。普通鉄道については輸送力が他のシステムの2倍程度あり、システム選択において他のシステムとあまり競合しないと考えられることから、事例調査では対象外とした。調査の結果、以下のような点が明らかになった。

### (1) 複数システムの比較検討の有無

機種選定経緯を見ると、調査した10路線の中で4システム以上の機種を比較検討している路線は南港ポートタウン線と仙台地下鉄東西線のみであり、その他の路線は2~3システムの比較あるいは1システムに限定した検討となっており、必ずしも幅広い選択肢からの比較・検討とはなっていない状況である。

例えば神戸市海岸線では既存地下鉄と比較してリニア地下鉄を採用しているが、モノレールや新交通システムと比較した記述は見当たらず、大阪高速鉄道では当初からモノレールに限定した中で跨座式と懸垂式の比較を実施するにとどまっている。

### (2) システム選択の評価項目と選択理由

システム選択の評価項目については輸送力と建設費を挙げている路線が多く、次いで路線計画の柔軟性、維持管理、環境への影響、導入実績などが重視されている。しかし、多様な観点からの評価項目について評価している事例は少なく、路線により評価項目に偏りが見られる。

また、同じような機能が求められている場合でもモノレールと新交通システムなどシステム特性が非常に類似したシステムを比較する場合には、地域の状況に応じて、評価の視点が異なっている。

例えば、モノレールを選択した大阪高速鉄道と千葉都市モノレールを比べると、前者は建設費や保守を重視し跨座式を選択しているのに対し、後者は現地工期が短いことや低騒音対策がしやすいことを重視し懸垂式を選択している。また、ゆりかもめと沖縄都市モノレールはモノレールと新交通システムを比較しているが、前者が自動運転できることを重視して新交通システムを選択しているのに対し、後者は沿線環境・道路・河川等への影響が少ないという点でモノレールを選択している。

このように、システム選択に際して評価する項目は必ずしも統一された基準で設定されているわけではなく、その選択理由も地域の状況により異なっているのが現状である。

## 5．鉄軌道系システムの特性整理

システム選択にあたってはシステムの基本的特性を把握しておくことが重要である。ここでは「最高速度」「輸送力」「導入空間」及び「建設費」等のシステム特性を把握・整理した。

各システム間には表-2に示すように「輸送力」や「建設費」等において差異が見られるが、モノレール、新交通システム、HSSTについては、「輸送力」「最小曲線半径」「最急勾配」及び「建設費」等において類似点が多く見られる。小型鉄道は断面が小さく普通

鉄道より建設費を安くできるといわれているが、既存事例では整備時期が新しく地下深い位置に整備されているため割高な建設費となっている。また、高架整備を想定すればモノレール等と同程度の建設費と見込まれ、モノレール等と良く似た特性を有していることがわかる。

表 - 2 システム特性の比較

対象システム	普通鉄道	小型鉄道	モノレール	新交通システム	H S S T	ガイドウェイバス	路面電車	L R T
輸送力 (千人/時)	27~68	18~36	9~28	11~16	11~22	2~10	2~7	4~14
導入空間 (m)	約9~10	約7~8						
最高速度 (km/h)	76	70	69	60	100	60	40 (併用軌道)	60~120 (海外導入実績)
最小曲線半径 (m)	160	100	100	100	100	100	11	20 (海外導入実績)
最急勾配 (‰)	35	60	60	60	60	60	40	100 (海外導入実績)
建設費 (億円/km)	200~300 (地下鉄)		120	90	120	60	20~30	20~80 (海外導入実績)

注1) 本調査では車両幅が3m程度の鉄道を普通鉄道、2.5m程度の鉄道を小型鉄道とした

注2) 小型鉄道のデータは全てリニア方式のものである

注3) 輸送力は一定の条件に基づく試算値(下記の表参照)

注4) 導入空間は高架の場合における一般部躯体幅であり、必要道路幅と異なる

注5) 最高速度は本調査における特性を整理した対象路線の実績値の平均

注6) 路面電車の最高速度は新設軌道では鉄道に関する技術上の基準を定める省令第103条を準用

注7) 最小曲線半径と最急勾配は制度上の規定値

注8) 建設費には用地費、車両費を含む

\*対象路線:

普通鉄道(地下鉄): 6事業者10路線 札幌市交通局(東西線等) 仙台市交通局(南北線)等

小型鉄道(地下鉄): 3事業者3路線 大阪市交通局(長堀鶴見緑地線) 神戸市交通局(海岸線)等

モノレール: 7事業者9路線 東京モノレール(羽田線) 多摩都市モノレール(多摩都市モノレール線)等

新交通システム: 8事業者9路線 ゆりかもめ(東京臨海新交通臨海線) 埼玉新都市交通(伊奈線)等

H S S T: 1事業者1路線 愛知高速交通(東部丘陵線)

ガイドウェイバス: 1事業者1路線 名古屋ガイドウェイバス(ガイドウェイバス志段味線)

路面電車: 7事業者7路線 札幌市交通局(一条・山鼻軌道線) 京福電鉄(嵐山軌道線)等

	編成数(両)		定員 (人/両)	混雑率 (%)	運行本数 (本/時)	輸送力(千人/時)	
	最小	最大				最小	最大
普通鉄道	4	10	150	150	30	27	68
小型鉄道	4	8	100	150	30	18	36
モノレール	2	6	105	150	30	9	28
新交通	4	6	60	150	30	11	16
H S S T	3	6	80	150	30	11	22
ガイドウェイバス	1	1	80	100	30~120	2	10
路面電車	12m車両	30m車両	50~150	150	30	2	7
L R T	20m車両	50m車両	80~300	150	30	4	14

1 ガイドウェイバスの混雑率はバスの輸送力算定における混雑率に準拠し100%とした

2 ガイドウェイバスの運行本数の最大値120本/時はガイドウェイバスシステムの基本仕様(旧建設省土木研究所)による

## 6. システム選択のプロセスと評価手法

システム選択に関する手法の基本的考え方とプロセス及び評価手法を以下に示す。

システム選択の検討は、公共交通システム導入の構想段階の位置付けとなるため、幅広く導入の可能性を捉える必要があるが、本調査における検討手順では、複数想定されるシステムとルートとの組み合わせの中から、システム毎にルートを1ルートに限定して検討を行っている。したがって、本検討により対象システムが絞られた段階では、既往の鉄軌道システムの事業評価マニュアルにより、複数のルート案について詳細な評価検討を行っていくものとする。

### (1) システム選択手法の基本的考え方

#### 検討対象システムの客観的抽出

適用可能な補助制度などにとらわれず、既存の鉄軌道系システムなどの活用も視野に入れ、導入目的と整合したシステムを幅広く検討する。

#### 多様な観点からの効果による評価

交通事業としての事業採算性だけでなく、多様な観点から評価を行うこととする。その際、「公共事業評価の考え方(国土交通省：平成14年8月)」等を踏まえ、これまで十分考慮されてこなかったまちづくりへの貢献などの内容も評価項目とする。

#### 地域の実状を踏まえた総合的な評価

総合評価に関しては、行政の政策判断によるところが大きいいため、地域社会全体の効果に加え、合意形成や財政状況等地域の実状も踏まえて判断する。その際、評価項目は、地域のニーズにより異なってくるため、評価項目の重点のおき方は地域で判断するものとする。また、事業採算性や費用対便益などの定量的評価項目は、社会経済状況の変化等による感度分析も踏まえて幅広く捉え評価する必要がある。

図-2にそのフローを示す。

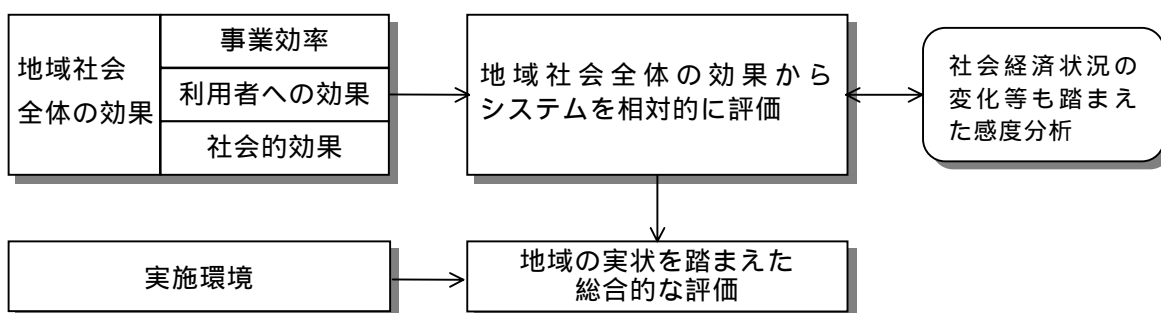


図 - 2 総合的な評価のフロー

### (2) システム選択のプロセス

システム選択における評価は、以下の4つのプロセスで行うものとする。

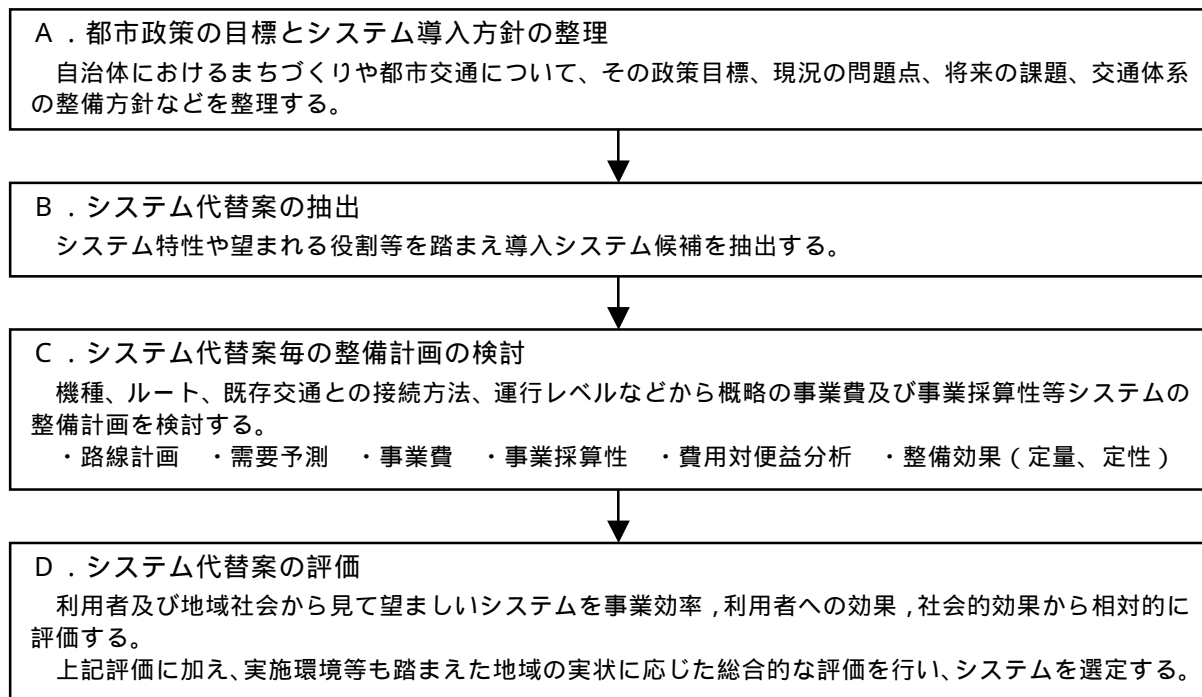


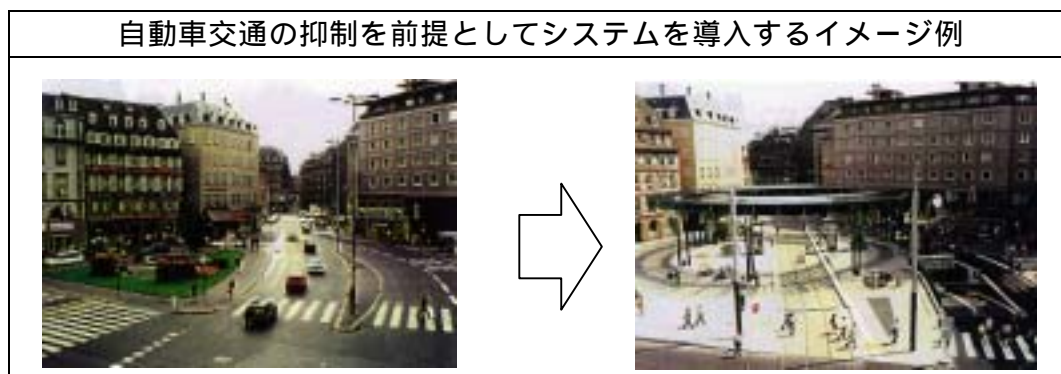
図 - 3 評価のプロセス

都市政策の目標とシステム導入方針の整理（A）

システム選択に際しては、まちづくりの目標を明確化することが重要であり、まちづくりの目標によって同じ投資規模でも選ばれるシステムは異なってくる点に留意が必要である。

例えば、同じ都市においても、都心部の道路空間を歩行者や公共交通を優先する空間とし、自動車交通の抑制を前提にシステムを導入するのか、道路空間は従来通り自動車利用を前提としてシステムを導入するのか、によって導入するシステムも異なってくる。

したがって、都市政策の目標を整理した上で、地域のまちづくりや交通体系と整合したシステム導入方針を整理する必要がある。



出典) NIKKEI ARCHITECTURE

図 - 4 まちづくりのイメージ（例）

### システム代替案の抽出（B）

ここでは、ステップAの“都市政策の目標とシステム導入方針の整理”を踏まえ、検討対象とするシステム代替案の抽出を行う。

システム代替案抽出に際しては、システム特性を十分把握し、求められる機能や役割などと比較しながら対象システムを幅広くリストアップすることが重要である。抽出におけるシステム特性は、輸送力をチェックした上で、地域において特に重視すべき特性とそれ以外の特性を分けて検討する。

特に重視すべき特性としては例えば導入空間等が挙げられるが、対候性（例えば氷雪に強い）や景観性（観光都市に相応しい）等についても地域によっては特に重視すべき特性となる場合がある。

その他の特性としては、速達性・生活環境への影響・路線計画に対する柔軟性（最小曲線半径・最急勾配）等が挙げられる。

### システム代替案毎の整備計画の検討（C）

ステップBで抽出されたシステム代替案について、路線計画、概算事業費、サービス水準、需要予測、費用便益分析や事業採算性の検討を行う。その際、検討の前提条件の変化による感度分析も踏まえた検討を行うことが重要である。なお、各検討項目はそれぞれ関連しており、例えばサービス水準の運賃体系の設定により、需要予測値も変化するので注意が必要である。

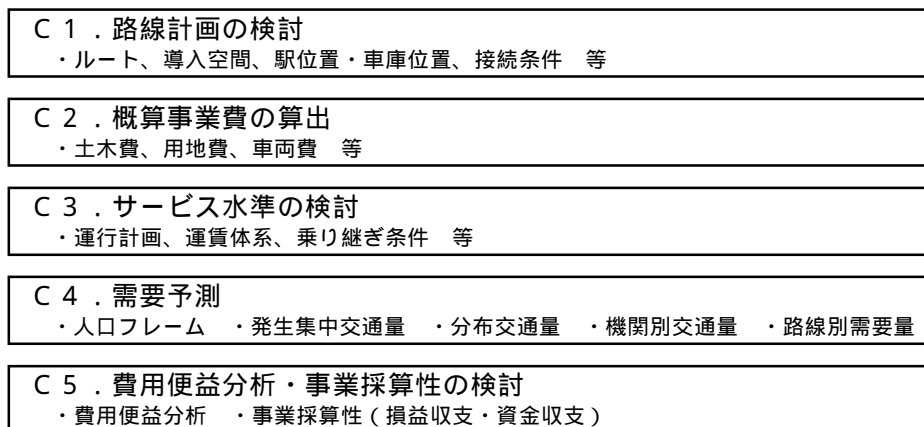


図 - 5 システム代替案の検討項目

### システム代替案の評価（D）

ステップA～Cの内容を踏まえ、以下D1～D4の手順で評価を行う。

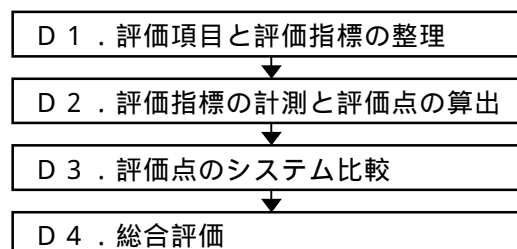


図 - 6 システム代替案評価フロー

### (3) 評価手法

#### 評価項目と評価指標の整理 (D1)

「公共事業評価の考え方」等を踏まえたシステム選択における評価体系(大・中項目)を図-7に示す。小項目については、概ね図に示すものを標準とし、評価指標については、システムの導入方針に応じて地域で判断して設定する。その際、費用便益分析とのダブルカウントの可能性についても整理し、明示する。

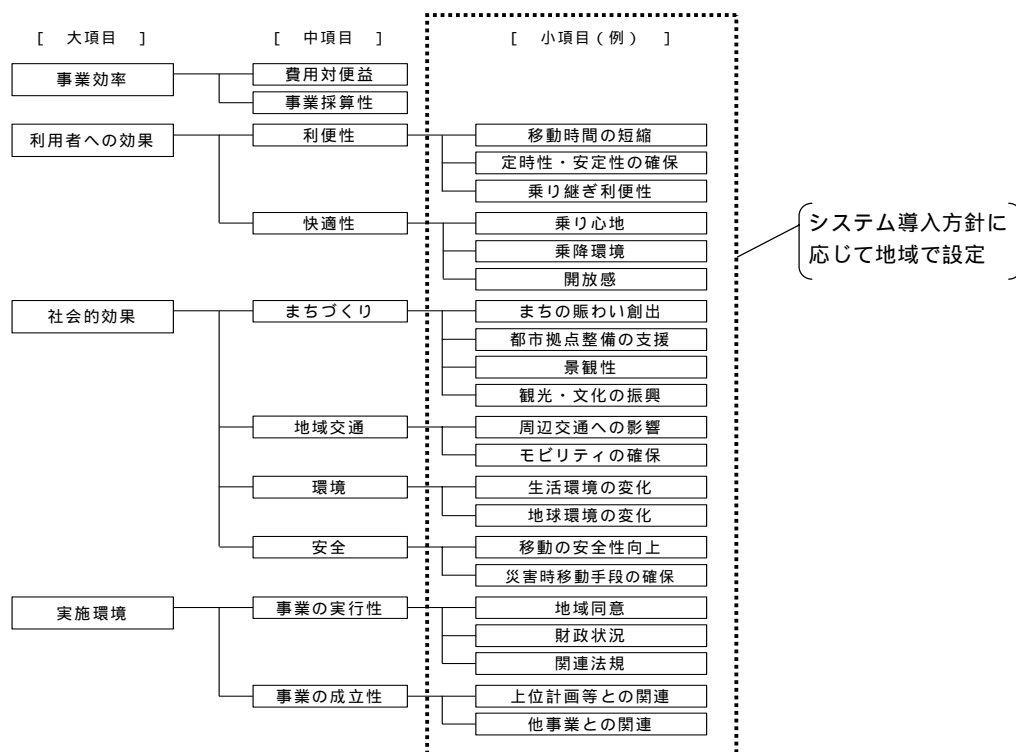


図 - 7 評価体系

#### 評価指標の計測と評価点の算出 (D2)

利用者及び地域社会から見て望ましいシステムを評価するという観点から、実施環境を除く大項目について、地域で設定した小項目毎の評価指標を定量的・定性的に整理し、評価指標のランキングにより評価点を算出する。ここで、実施環境に関しては、現実的な制約条件等地域の実情に関わる内容となるため、ランキングによる評価点はつけず、定性的な整理により総合評価の中で勘案するものとする。

〔定量的な評価指標のランキングの考え方〕

費用対便益・事業採算性・時間短縮等の定量的な評価指標は、定量的数値の絶対値を比較評価するものとする。

評価点	評価基準	評価コメント
5	定量的指標が××以上	
4	定量的指標が××以上～××未満	
3	定量的指標が××以上～××未満	
2	定量的指標が××以上～××未満	
1	定量的指標が××以下	



〔定性的な評価指標のランキングの考え方〕

定時性・乗り心地・まちの賑わい創出・生活環境の変化等の定性的指標については、評価指標毎に以下のようなランキングを行い評価点をつける。

評価点	評価基準	評価コメント
5	効果が見込まれる :(+ +)	
4	効果がやや見込まれる :(+)	
3	現状と変わらない(影響なし):(0)	
2	現状よりやや悪化する(やや悪影響がある):(-)	
1	現状より悪化する(悪影響がある):(- -)	

システム間の評価点の比較(D3)

利用者、地域社会から見て望ましいシステムの観点から、「事業効率」、「利用者への効果」、「社会的効果」の3つの大項目の評価項目について、各代替案(システム間)の評価点を比較整理する。その際、評価点の合計値のみならず、中項目レベルの評価点でシステム間の効果を比較する。

表 - 3 ランキングによる評価点のシステム比較

大項目	中項目	小項目(例)	ランキングによる評価点		
			代替案1	代替案2	代替案3
事業効率	費用対便益				
	事業採算性				
利用者への効果	利便性				
	快適性				
社会的効果	まちづくり				
	地域交通				
	環境				
	安全				
合計					

総合評価(D4)

総合評価に際しては、次の評価表及び、評価の総括表を作成した上で、システム選択を行うものとする。まず、確立された手法に基づき一定の精度をもった事業効率の定量的指標については、定量的数値を表 - 4 で整理する。次に、評価点については、地域ニーズを踏まえて評価項目の重み付け等を行い、表 - 5 を作成し再評価する。重み付けの方法としては、評価項目の対比較によるAHP手法などを用い、小項目の重み付けで点数化を行う(表 - 6)。重み付けのアンケートに関しては、自治体の首長や交通政策担当者等ある程度評価項目の意味が十分理解できる人が望ましい。ただし、本調査で複数のグループにより重み付けを行なった結果、グループにより重みが異なることがわかったため、アンケート対象者によっては重み付けが異なることに留意する必要がある。

さらに、実施環境からの評価については、具体的な点数化は行わないため、各案を総合的に比較した内容を表 - 7 で整理する。

表 - 4 事業効率評価指標からの評価【評価表 - 1】

項目		評価指標		
		代替案 1	代替案 2	代替案 3
需 要				
事 業 費				
費用対便益	総便益			
	総費用			
	費用便益比			
	純便益			
事業採算性	営業係数 <small>注)</small>			
	既存補助制度による自治体負担額			

注) 補助金・無償資金を投入しない場合の営業費用と営業収入の比率(開業後40年間)

表 - 5 地域社会全体効果からの評価【評価表 - 2】

大項目	中項目	小項目 (例)	評価点								
			代替案 1			代替案 2			代替案 3		
			ランキング による 評価点	重み	重み 付け 評価点	ランキング による 評価点	重み	重み 付け 評価点	ランキング による 評価点	重み	重み 付け 評価点
事業効率	費用対便益										
	事業採算性										
利用者への 効果	利便性										
	快適性										
社会的効果	まちづくり										
	地域交通										
	環境										
	安全										
地域社会全体効果からの評価点											

表 - 6 重み付けによる評価のイメージ(まちづくりの例)

大項目	中項目	ランキングによる評点	重み	評価点
社会的効果	まちづくり	$R_1$	$W_1$	統合化 $P_1$
	地域交通	$R_2$	$W_2$	$P_2$
	環境	$R_3$	$W_3$	$P_3$
	安全	$R_4$	$W_4$	$P_4$

中項目	小項目(例)	ランキングによる評点	重み	評価点
まちづくり	まちの賑わい創出	$r_1$	1	$p_1 = r_1 \times 1$
	都市拠点整備の支援	$r_2$	2	$p_2 = r_2 \times 2$
	景観性	$r_3$	3	$p_3 = r_3 \times 3$
	観光・文化の振興	$r_4$	4	$p_4 = r_4 \times 4$
小計			$W_1$	$p = \left( \sum_i p_i \right)$

$P_1 = p$

表 - 7 実現性からの評価【評価表 - 3】

大項目	中項目	小項目(例)	内容の整理 (必要に応じて定量的数値も盛り込む)
実施環境	事業の実行性	地域同意、財政状況等	住民意向や関連交通事業者との調整の観点からの評価 財政負担の可能性等からの評価 等
	事業の成立性	上位計画、他事業との関連	交通審議会等での位置付けがなされているかの観点からの評価 既存の社会基盤との整合性等の観点からの評価 等



代替案の総合評価  
(総合的なコメントも含めた評価の総括表の作成)

## 7. ケーススタディ：堺市における東西鉄軌道整備

鉄軌道系システム選択のケーススタディとして、中量輸送システムが対象と考えられる堺市における東西鉄軌道整備を取り上げ、評価票の内容と今回検討したシステム選択の検討手順によりシステム代替案の抽出・評価が行えることを検証した。検討結果は以下のとおりである。

### (1) システムの導入方針の整理とシステム代替案の抽出 (A・Bステップ)

堺市のシステム導入に際して、具備すべき要件は、大きく以下の2点である。

- ・ 輸送力：最大時間輸送量 5～10 千人 / 時以上を輸送できるシステム
- ・ 特に重視すべき特性：既設の高架構造物を避けるため、部分的に地下へ導入する際に有利なシステム

輸送力の観点からは、普通鉄道は過大であり、ガイドウェイバスは輸送需要に対応するための高密度な運転により速度低下を招く恐れがあること等から、両システムを対象外とした。小型鉄道、モノレール、新交通システム、H S S T はシステム特性が類似しているが、ここでは小型鉄道と新交通システムを代表として対象システムとした。導入空間の観点においても小型鉄道と新交通システムは地下への導入に際しコンパクトな断面形状となり、モノレール・H S S T に比べて優位性が高い。また、部分的に立体的な導入が前提となるため、路面電車は対象とせず L R T という路面電車の性能を高めたシステムを対象とした。以上よりシステム代替案は、小型鉄道、新交通システム、L R T とした。

表 - 8 システムの導入方針とシステム代替案の抽出

項目		内容
【都市政策の目標】		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東西鉄軌道の整備による都心地域へのアクセス性の向上 (臨海新都心～堺市駅間約 8.3km)</li> <li>・ 環境に優しい公共交通機関の導入による歩行者中心の交通体系へのシフト</li> </ul>
【導入方針】		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東西方向の交通機能強化と開発プロジェクトの支援・促進</li> <li>・ 臨海新都心の開発支援と都心の活性化</li> <li>・ 南北方向の鉄道との結節</li> </ul>
システムが具備すべき要件	輸送力	ピーク 1 時間あたり 5～10 千人
	特に重視すべき特性	【導入空間確保の容易性】 部分的に地下・高架への導入が可能なコンパクトなシステム
	その他の特性	【明確な交通軸形成】 東西方向の交通機能の強化に寄与し、南北方向の鉄道とのスムーズな乗換えが可能なこと

( 2 ) システム代替案の検討と評価 ( C ・ D ステップ )

表 - 9 評価のとりまとめ

項 目		内 容	システム代替案		
			小型鉄道	新交通システム	L R T
事業効率評価指標からの評価	事業費	総事業費 ( 億円 ) 注 1	1,650	1,500	550
	費用対便益	費用便益比 ( 30 年 ) 注 2	1.45	1.57	2.29
	事業採算性	営業係数 ( % ) 注 3	158	133	114
		既存補助制度による負担額 ( 億円 ) 注 4	国	180	190
		地方	350	340	180
地域社会全体効果からの評価	事業効率 注 5		8.2( 4)	12.5( 6)	16.7(8)
	利用者への効果		33.4(22)	32.5(21)	37.5(24)
	社会的効果		26.5(39)	26.5(39)	27.1(42)
	評価点計		68.1(65)	71.5(66)	81.3(74)
実現性からの評価		関連法規 : システム整備上では、関連法規上の問題はないが、導入空間によっては現行補助制度が適用できない区間が生じる。 上位計画等との関連 : 交通審議会でも L R T が答申されている。			

注 1 ) 用地費を含む

注 2 ) 開業後 30 年間の費用便益比

注 3 ) 補助金・無償資金を投入しない場合の営業費用と営業収入の比率 ( 開業後 40 年間 )( 営業費用には減価償却費を含む )

注 4 ) モノレール道等整備事業や地下高速鉄道整備事業費補助を適用した場合の国及び地方負担額 ( 地方負担額には出資金を含む )

注 5 ) ( ) 内は重み付けなしの評価点

[ 評価のまとめ ]

事業採算性の観点の営業係数は L R T が最も小さく、投資効果としての費用便益比は L R T だけが 2.0 を超え、事業効率の面では L R T が有利なシステムである。地域社会全体効果からの評価点では、L R T が一番高得点となっており、その内訳で見ても、まちづくりなどの社会的効果は、他のシステムに比べてバランスの取れた効果が期待できる。実施環境で見ると、L R T は一番財政負担が少なく、交通審議会でも位置付けがされている。

8 . まとめと今後の課題の整理

本調査では、様々なシステムの中から地域に適したシステムをより客観的に選択できる手法の検討を行った。これにより、検討対象とするシステム代替案を幅広い観点から抽出し、多様な評価項目と一定の評価基準に基づく評価を行なった結果、地域の実情を踏まえた総合的かつ客観的な評価が行える手法が提案できた。

しかし、システム選択手法に関しては、堺市でのケーススタディ行っただけであるため、今後は様々な地域での適用可能性の検証や手法上の問題点等について、さらに検討を進めていくことが必要である。