

**投稿論文** (和文報告)

**TECHNICAL  
REPORT**

# 短距離交通システムの計画と評価について

澤田誠二\*・栗原修一\*\*

近年、都市空間の高度利用が進む中で都市生活をより快適で便利にするために、短距離交通システムという、交通手段の新しい概念が注目されている。本研究は、短距離交通のモデルシステムを想定し、横浜MM21地区を対象としたシステム導入のケーススタディーを行い、その結果に基づき、既存システムとの比較検討を加えながら短距離交通システムをどう計画し、導入効果を評価すればよいかについて考察している。

**Key Words** : urban planning, automated guideway transportation, land use planning, traffic management, short haul transit, transportation planning, people mover, personal rapid transit, group rapid transit

## 1. はじめに

我が国における短距離交通システムと呼ぶ交通システムの発生は、1960年に先進諸国で開発が試みられたPRT (Personal Rapid Transit) にその端を発するとされている。自動運転の軌道タクシーとも呼ばれるPRTは、クルマのように個別的交通ニーズに応え、鉄道のように経済的で時間を守ることができるシステムと設定されていた。我が国でも、当時は最新技術を用いたシステムが幾つか開発されたが、それを設置する空間を見出すことが困難であり、設置コストがかかったために普及するには至らなかった。

しかるに20余年を経た今日、大都市における空間利用の高度化にともない、ヒトの移動には、当時以上の利便性と快適性が求められる。実際にもCBDと呼ぶ都市の中核部などを主な対象とした“歩くには少し抵抗を感じる移動”を助ける“短距離交通システム”が必要と認められ、その開発も進められている。また、自動運転に不可欠な通信・制御技術もその間に著しく進歩し、昨年には、現在一般的な区間閉塞方式にかわる新たな列車制御システム<sup>1)</sup>も実験段階に入った。

この論文は、こうした今日の状況は短距離交通システムの実現を促すはずとの認識に立ち、今まで十分には検討されなかったシステムの導入一すなわち計画とそれによる効果の評価—について考察し提案するものである。

## 2. 都市に発生する短距離交通とその特性

建設省が10年ごとに、大都市を対象に実施している、パーソントリップ調査に基づけば、発生するトリップのうち約4割は距離が2 km以下の短距離のトリップであ

表一 短距離トップの構成比率および平均移動時間<sup>2)</sup>

交通手段	トリップ全体に占める割合 (%)	平均所要時間 (分)	平均トリップ距離 (m) <sup>1)</sup>
徒歩	33.8	11.5	690
二輪車	15.1		1725

注) <sup>1)</sup> 徒歩速度を60m/分、二輪車速度を150m/分として算定

ると推測できる(表一参照)。そのトリップの目的には、通勤・通学はもちろんのこと、業務、買い物、レジャー、など様々なものが含まれる。

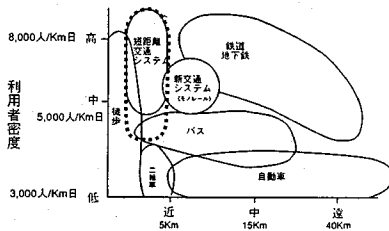
一般に、大都市の都心部(CBD)、空港内の施設、大規模な展示会場や商業施設など、人々が集まり活動の集中する場所においては、大量の短距離(おおむね300 m~2 km)のトリップが発生することが知られている。人々がこうした短い距離を移動するには、徒歩が最も安価で手軽な手段である。ところが、おおむね300 m(徒歩で5分)を越える距離のトリップでは、短い時間で快適に移動できる交通手段が必要とされている<sup>3)</sup>。

こうした短距離のトリップに対応する交通システムを「短距離交通システム」と呼ぶのが一般的で、これを『従来の交通手段では対応しづらい、比較的短距離で大量に発生する歩行者交通に対し、高度なモビリティを確保することを目的として導入されているシステムの総称』と定義している。都市の様々な交通の中で短距離交通システムの適用領域は、次頁図一のように歩行の領域の延長上として捉えることができる。すなわち短距離交通は、ある大きさの地域の中で発生する個々の移動の総体として捉えることができ、それらは、人々の様々な活動に対応して、域内に面的に発生している。

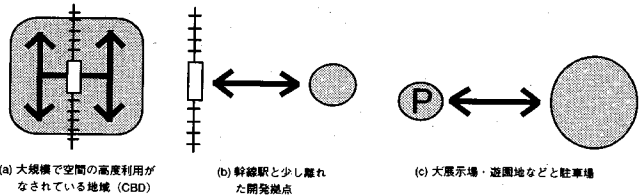
ここ10数年間のわが国の短距離交通の研究を概観すると、短距離交通システムの導入方策は、特に大量にヒトの流れが発生している特定地点間にその対象を限定しているものが多い(図一2参照)すなわち、特定地点

\* 工博 清水建設技術開発本部部長  
(〒105-07 港区芝浦1-2-3 シーバンスS館)

\*\* 清水建設技術開発本部企画部



図一 都市交通手段の適用領域<sup>4)</sup>



図二 短距離交通システムの導入パターン例<sup>4)</sup>

表一 既存の交通システムと短距離交通への導入事例

システム名	導入事例	乗車定員 (人)	運転間隔 (秒)	輸送力 (人/時)	運転間隔 (秒)	路線長 (m)	駅数	システムの寸法				最小曲線半径 (m)
								長さ (m)	幅 (m)	高さ <sup>2)</sup> (m)	断面積 (m <sup>2</sup> )	
動く歩道	桜木町駅～MM21 (横浜)	-	-	10,000	2.5	60×90	3	-	1.2	3.6	4.3	-
P R T	キャビネンタクシー 実験線 (ハーゲン市、ドイツ)	3	2.5	4,000	36	600	2	2.0	1.6	4.3 <sup>3)</sup>	5.4	30
T	CVS 沖縄海洋博展示 (沖縄)	6	14	1,500	18	1,548	5	3.0	1.6	2.4	3.8	5
G	SK パリ営業線 (パリ)	14	20	2,500	20	310×2	2	2.8	1.5	2.7	4.1	30
R	PRT モルガンタウン (ウェストバージニア)	21	15	3,300	48	14,000	5	4.7	2.2	3.5	7.7	9
T	CTM 国際花と緑の博覧会 (大阪)	54	72	2,700	12	1,100	2	4.0×3 <sup>4)</sup>	1.8	3.5	6.0	15
T	軽量モノレール ダーリングハーバー (シドニー)	130	120	3,900	33	3,600	8	4.6×7 <sup>4)</sup>	2.1	2.6	5.4	20
T	オーティスチャトル タンパ (フロリダ)	100	120	3,000	40	762×2	2	11.9	2.2	4.2	9.3	18-90

注) \*2 システムの高さは、車両部高さ(想定値)の合計。ただし、高架の場合は柱部分を含めない。  
 \*3 キャビネンタクシーは、軌道の上下面をそれぞれ利用して走るシステムなので、その2つの路線の高さ合計値とした。  
 \*4 CTMは3両編成、軽量モノレールは7両編成の場合。

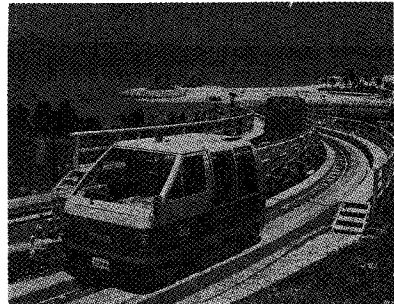
間のヒトの流れを扱っているのであって、面的に多数の地点間で発生するヒトの流れに着目し、その需要の予測や対応の方策の研究をした例はあまり見当たらない。

こうした現状を踏まえると、短距離交通システムについて利用者の視点から研究し、そのシステムの計画と評価について研究することが、そうしたシステムが普及するためには不可欠なことであると言える。

### 3. 短距離交通システムの導入経緯

表一は、既存の交通システムの短距離交通への導入事例を示している。

1960年代から1970年代までは、クルマの利便性を持たせた交通システムの開発が盛んな時代であった。それらは、乗車定員(1システムあたりの輸送人数)が10名以下のPRT(Personal Rapid Transit)と、乗車定員が十数名～数十名のGRT(Group Rapid Transit)に分けることができる。特にPRTについては、日本のCVS(Computer controlled Vehicle System, 写真一参照)やドイツのキャビネンタクシー(写真二参照)に代表されるように、いずれも当時の最新の制御技術を駆使したものであり、利用者の個人的なドア・トゥ・ドアの移動ニーズに対応でき、かつ大きな輸送力を持つ新しいシステムとして構想された。これらは、“自動運転の軌道タクシー”とも呼ばれ期待を集めたが、実用化については、設置する空間を見出すことが困難であり、大規模で複雑な制御システムや軌道部の分岐装置・車両



写真一 CVS実験線<sup>5)</sup>



写真二 キャビネンタクシー<sup>6)</sup>

検出装置などにコストがかかるために普及するには至らなかった。それゆえ、こうしたPRTの開発は機械技術とシステムの分野での努力が主体となり、路線の計画や評価のノウハウを蓄積するまでには至っていない。

1980年代に入ると、短距離交通への対応をねらいとして、既存技術を利用しコストを押さえたシステムが開

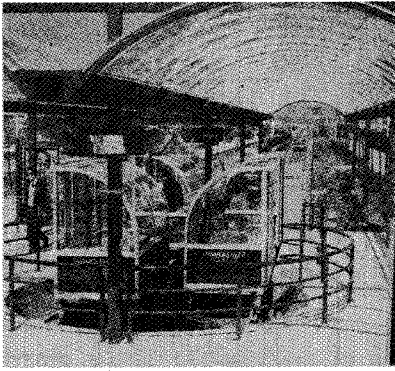


写真-3 SK<sup>7)</sup>

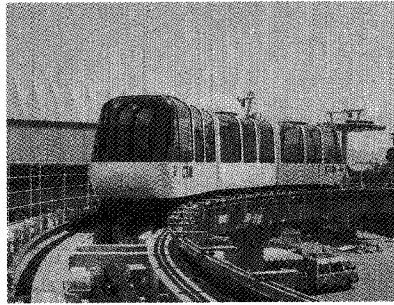


写真-4 CTM<sup>8)</sup>

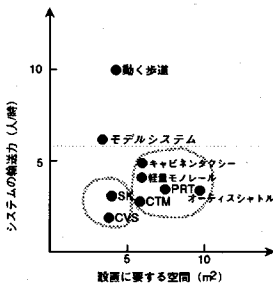


図-3 適用領域の広さ

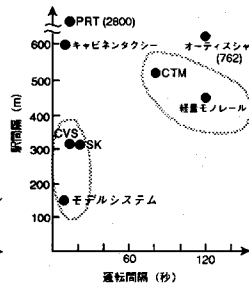


図-4 利便性

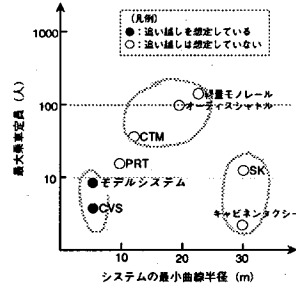


図-5 個別ニーズへの対応

発された。パリに導入されているSK (通称“動くベンチ”, 写真-3参照) や米国・タンパのオーティス・シャトル (通称“水平エレベーター”), 国内では大阪花博のCTM (写真-4参照) がある。これらのシステムは全てGRTである。システムの導入事例をみるといずれも小規模なものが多く、駅が2~3箇所設置された1km以下の路線を、車両が20秒~2分の間隔で運行している。総じてこれら80年代以降に登場した短距離交通システムは、2か所から数カ所の特定地点を結んで大量に発生する線的な交通需要に対応している。また、システムの適用領域の面から動く歩道と比較すると、これらの場合、動く歩道の適用距離とされる100~500mより長く、より迅速な移動を必要とする領域に適用するのがふさわしいとされている。ループ式のトラックによる循環運転が可能なものもあるが、システムの輸送単位が大きいため駅間隔を大きくせざるを得ないとか、システムの曲線半径が大きく小回りがきかないといった、システム計画上の制約があるので、面的な交通需要に対しては、十分こまやかな対応ができるとは言えない。

#### 4. 短距離交通システムの導入の考え方

##### (1) 本来の短距離交通ニーズに適した“モデルシステム”の設定とシステム導入のイメージ

短距離交通システムが備えるべき特性は、本来の目的である歩行の介助という観点から考えると以下の3つで

あると考えられる。

##### ① “適用領域が広い”かどうか

- 域内で発生する様々な人の移動の要求に対応できる (輸送力が大きく、しかも移動の需要量の変動にフレキシブルに対応できる)
- コンパクトで都市空間への導入が容易である (システムの設置に要する空間の断面積が小さい)

##### ② “利便性が高い”かどうか

- 待たずに乗れる (運転間隔が短い)
- 駅がすぐ近くにある (短区間の駅配置が可能)

##### ③ “個別ニーズへの対応”ができるかどうか

- 小グループまたは個人としての利用ができる (最大の乗車定員がおおむね10名以下)
- ドア・トゥー・ドアに近い移動ができる (曲線半径が小さく自由な路線が設定でき追越しが可能)

こうした観点から既存の交通システムの導入事例について整理してみた (図-3~図-5参照)。

適用領域の広さについて見ると、小さな導入空間と大きな輸送力を同時に実現しているものはない。とはいえ本研究の主旨に照らせば、導入空間の小さいPRT型のシステムに着目すべきであり、過去の事例ではCVSとSKということになる。

利便性についてはCTM・SK・キャビネンタクシーのグループとCTM・軽量モノレールのグループの2つに分かれる。前者の方が後者と比較して待ち時間を短くで

表—3 モデルシステムの基本仕様および性能の設定

基本仕様 および性能	CVS		モデルシステム
	実験線	沖縄海洋博	
路線の形態	ループ 1. 分岐・合流が可能 2. 小回りがきく(半径5m) 3. 追い越しが可能	ループ	ループ 1. 分岐・合流が可能 2. 小回りがきく(半径5m) 3. 追い越しが可能
駅間隔 (m)	4,500	310	100~200
路線長 (m)		1,548	1,000~10,000
輸送単位 (人)	4	6	10
運転間隔 (秒)	1 (最小)	14	6~15
運行速度 (km/時)	-	18	35
輸送量 (人/時)	6,000	1,500	2,400~6,000
運行の形態	デマンド運行		デマンド運行: 駅からの呼び出し/行き先指定をもとに最適な配車および経路決定を行い、車両の停止回数と乗客数の3分の1程度に抑える。

表—4 交通システムの計画の評価の考え方の比較

交通システム 分類	計画の目標	計画の手法	評価の手法
鉄道	・大量の通勤交通への対応	・最小の駅数 ・最適な駅間ルート	・移動時間短縮効果 VS コスト
中量軌道	・中量級の交通需要への対応		・移動時間短縮効果 VS コスト ・建設コストの緩和
短距離交通	・域内における均等な交通サービスの提供 ・新しい需要の創出	・地域全体に多数の駅を均等に配置	・移動時間短縮効果 VS コスト ・総合的な地域の土地利用 ・歩行のアメニティー/効率の向上 ・地域の活性化

きるといって優れており、前者の中でも駅までの距離を短くできる CVS・SK が最も適している。

個別ニーズへの対応については、CVS が路線と運行の形態（曲線半径が小さくしかも追越しができる）がフレキシブルで乗車定員が小さいという点で優れており、ついでモルガンタウン PRT および SK となる。

これらを総合すると、既存のシステムには3つの特性全てを満足しているものはない。しかし、CVS のように一部の性能を高めれば短距離交通システムとしての条件を満足できるものもあることがわかった。

そこで、本論では、過去の事例の中から CVS を選びそれに近い個別ニーズ対応性を維持しながら、利便性と適用領域の広さの面で、それをこえるシステムをモデルシステムと設定することとした。同時に、モデルシステムは、ハードウェア、ソフトウェアのモジュール化の行き届いたフレキシブルなものとし、複数プロジェクトの異なる条件下での適用が可能であり、従ってコストダウンにつながり易いものと想定した（表—3 参照）。その主な改良点は以下の通りである。

- ① システム輸送力とフレキシビリティの増大
  - a. ピーク時の連続輸送が可能：最短6秒間隔の運転  
1時間あたりの輸送力は最大6,000人/時
  - b. オフピーク時のデマンド運行・間引き運転
  - c. 車両、走行路のコンパクト化
- ② 駅までの距離と待ち時間の短縮
  - a. 駅間隔は200m以下で駅部での追越しが可能なようにフレキシブルな路線設定が可能
  - b. したがって、域内のどの場所でも駅までの距離がおおむね100m以下にすることが可能
  - c. 車両の呼び出しから到着までの待ち時間が30秒以内（エレベーター並の待ち時間）

こうした条件を備えたモデル・システムの実現には、確かにいくつかの技術的課題があるが、以下のような技術の現状を踏まえるとその解決は容易であると考えられる。

- ① CVS など初期のシステムに使われたハードウェア技術と近年の技術を比較すると、駆動機構、エネルギー補給、車両の材料や製作技術などの面で

大きな進歩が認められる。

- ② 運行の自動制御を中心とするシステムのソフトウェアについても、マイクロ・コンピューターや通信制御技術の飛躍的進歩により、コスト・ダウンを伴う大幅な進歩があり、今後ますます進歩するものと見られている。
- ③ 既に交通分野において、上記のような技術進歩により、新しい車両制御システム技術が実験段階を迎えている。例えば、
  - a. 鉄道の移動閉塞方式<sup>1)</sup>
  - b. 道路管制システム
  - c. 自動車が自律的に操舵・速度制御を行うシステム

(2) 短距離交通システムの計画と評価の考え方  
表—4 に示すように、鉄道などの大量輸送機関やモノレール・新交通システムなどの中量軌道は、主として都市間の通勤交通や都心部と空港等のターミナルへのアクセス交通に対応している。こうしたシステムの導入は、大量に発生する“都市間を移動する人々の共通な流れ”を想定した路線に基づいて総量的に捉え、その路線に沿って導入するシステムが、そうした人々の流れのできるだけ多くを負担することをねらいとしている。計画の手法は、できるだけ短い路線で最大の効果を得るように、設置される駅もできるだけ少なくするのが一般的である。

しかし短距離交通システムは、利用者（歩行者）の視点から計画されるので、計画のねらいとしては、導入地域の中でできるだけこまやかで均等な交通サービスを受けられるようにすることが望ましい。そのための計画手法は、以下のような手順が考えられる。

- ① 多数の駅を均等に配置する（駅配置計画）。
- ② システムを効率よく運行できるような駅のつなぎ方を考える（路線計画）。
- ③ システム全体として、導入地域の中で、均等な交通サービスが受けられるかどうかを確認する。

こうして作られた短距離交通システムの計画がねらい通りに「こまやかで均等な交通サービス」を実現できたとすると、以下のような効果が期待できるであろう。

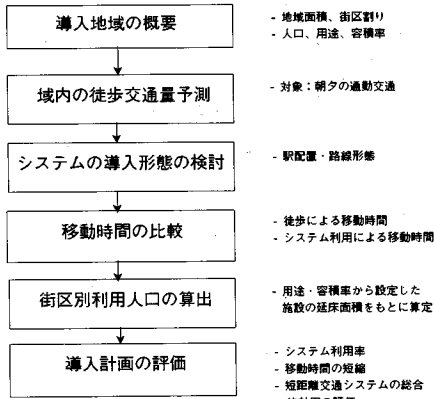


図-6 ケーススタディーの全体フロー

- ① 歩行のアメニティー／効率の向上
  - a. 域内の移動が快適で楽しく行なえるようになる。
  - b. 域内の移動にかかる時間が短縮される。
- ② 地域の統合的な土地利用
  - c. 地域内では中心から離れた地区であっても中心地区との時間的な距離が短くなるので、地域全体の空間利用が増大する。
  - d. システム導入のそうしたメリットを生かした新しい都市計画が可能になる。
- ③ 地域の活性化
  - e. 地域内の大部分の人が、面倒がらずに移動するようになり、従来よりも域内移動が増加する。
  - f. システムを導入した地域全体のポテンシャルが増大するので、周辺地域からの訪問者が増える。

短距離交通システムの導入効果については、これら a から f の項目にプライオリティーを設定し、定量的または定性的な評価を行なうことが不可欠である。

## 5. ケーススタディー

表-3で設定したモデル・システムを用いてMM21地域(みなとみらい21)を対象にケーススタディーを行った。その手順を図-6に示す。MM21の計画は土地の高度利用が意図され、複合的な都市機能を含むという点で、このスタディーに適した事例の1つである。

### (1) MM21計画の概要<sup>10)</sup>と徒歩交通量

MM21は、敷地面積が140ha、計画人口が13万人(うち就業人口11.7万人、居住人口1.2万人)の開発が進められている地域である(図-7参照)。ランドマークタワーが建設される高度利用地区のほか、国際会議場や展示会場、商業施設、公園など様々な都市機能が設置される。幹線駅は地域内に地下鉄MM21線の駅が2か所(予定)と周辺にJR線の桜木町駅と横浜駅がある。地域内の移動は、歩行が主要な手段となっている。

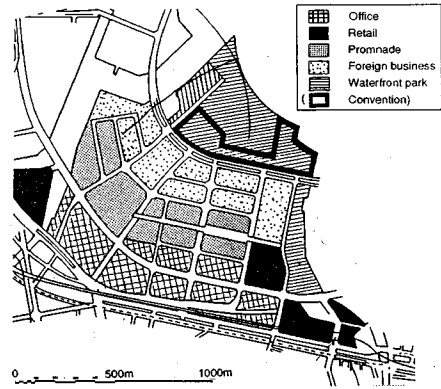


図-7 MM21の土地利用イメージ<sup>9)</sup>

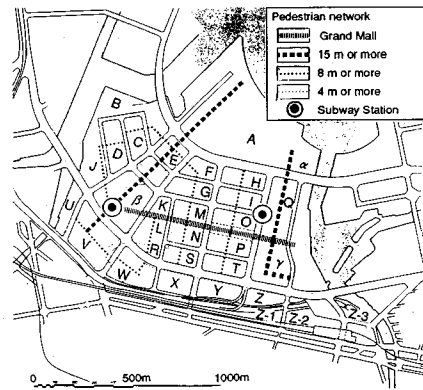


図-8 歩行者ネットワークと街区割り<sup>9)</sup>

そのため歩行者空間として、図-8のようなペDESTリアン・ネットワークを整備する計画となっている。したがって域内に発生する移動の需要にも様々なものがあり、その量もかなりの大きくなるものと考えられる。さらに、地域が広いので、徒歩では少々長いと感じる移動も少なくないものと予想される。域内において発生する短い距離の移動は、大別して朝夕の「通勤」と日中の「業務」およびその他の目的のものがある。

交通手段の規模・水準を「通勤」需要に対応して設定すれば、通常は「業務」その他の移動需要にも十分対応出来るので、「通勤」時の移動に着目することにした。

域内の就業者は、域内の居住者と域外からの通勤者に分かれる。一般に、域内の居住者は徒歩によって通勤し、域外からの通勤者は全て最寄りのJR線または地下鉄の幹線駅(A駅・B駅)を使用し、そこから就業地までは徒歩で通勤するものと考えられる。これらの就業者を図-8に示すような街区割りに従って街区単位で捉えることにより、域内における通勤経路とその距離を設定する。通勤経路の設定は以下の条件によった。

- ① 外部からの通勤経路は、最寄りの幹線駅から就業地の街区の中心までの最短の徒歩経路とする。

- ② 域内からの通勤経路は、居住街区の中心点から就業地の街区の中心点までの最短経路とする。

こうして得られた街区別就業者数の合計は 11.7 万人であり、上記の通勤経路の設定により算出された通勤者の平均的な徒歩時間は 4.9 分、徒歩距離は 328 m である。また、幹線駅～街区間の歩行距離が 300 m 以上となるのは、32 街区のうち 20 街区あることがわかった。

(2) モデル・システムの導入形態の検討

域内に発生する様々な種類の徒歩交通を考慮しながら、モデル・システムの特徴を最大限に生かすことのできるような導入形態を検討した。

導入形態は、駅の配置のしかた、および配置した駅をつなぐ路線の引き方によって決まる。前掲表 4 の計画の手法のところでも触れているように、駅の配置のしかたには、主として交通需要の多く発生する地点を選んでもできるだけ最少の駅を配置する考え方と、どの地点も均等なサービスを提供できるように駅を域内にできるだけ密に均等に配置する考え方、の 2 つがある。路線の引き方についても、域内における動線が多く集中する地点をできるだけ効率よく結ぶという考え方と、どの地点間の移動でも概ね同等の所要時間で移動できるように駅を結ぶという考え方の 2 つが考えられる。

こうした駅の配置と路線の引き方を考慮に入れつつ、モデル・システムの計画案を設定した。これに基づいてシステムを導入した場合の、人々の移動経路とシステムの利用人口を算定することができる。計画案の設定においては、システム利用の需要の大きさに対応できる輸送量を持つようにシステムの運行条件も設定した。

まず、システムの利用人口は以下の手順で行った。

① システムの利用人口

徒歩と比較してシステム利用の方が所要時間が短い場合は必ずシステムを利用するものと仮定し、この場合の域内の移動にシステムを利用する人数とする。

② システム利用による移動所要時間の算定方法

$$\text{移動所要時間} = \text{徒歩時間} + \text{待ち時間} + \text{乗車時間}$$

(徒歩時間：各地点～システム駅間歩行時間)

$$\text{徒歩時間} = \text{歩行距離} \div \text{歩行速度} (60 \text{ m分})$$

$$\text{乗車時間} = \text{歩行距離} \div \text{システム平均速度} (35 \text{ km時}) + \text{途中駅停車時間} (18 \text{ 秒} \times \text{駅数} \div 3)$$

③ システムの利用率

域内で発生する移動のうち、システムを利用する移動の割合をシステムの利用率と呼ぶことにする。

図-9 は、モデル・システムの導入形態の検討の過程を示したものである。まず計画案-I を作成しそれを基にシステムの利用率や使いやすさを考慮しながら改良を加え(計画案-II)、最終案として計画案-III を得た。

a) 計画案-I

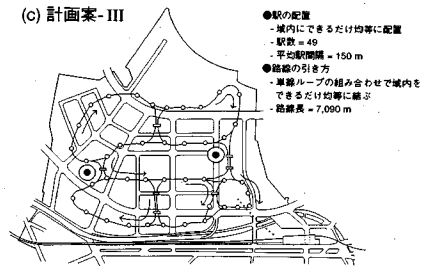
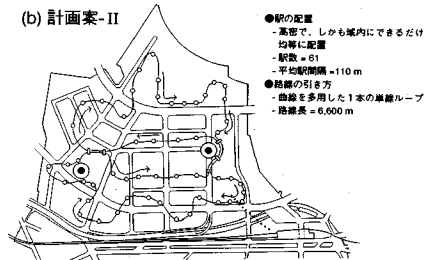
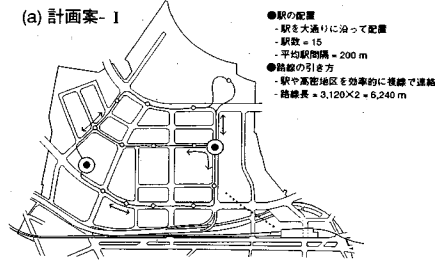


図-9 モデル・システムの導入形態の検討

路線バスの計画にならない、大通りに沿って 15 の駅を概ね 200 m の間隔で配置し、それらを大小 2 つの複線のループ軌道で結んだ。総路線長は 6,240 m となった。システムの利用率は、就業者数の 43% になるものと予想される。通勤交通には対応しやすすい半面、日中に面的発生するその他の移動については必ずしもこまやかな対応ができるとは言えない。

b) 計画案-II

計画案-I と比較して約 4 倍にあたる 61 の駅を域内に配置し、1 本の単線ループで構成した軌道で結んだ。路線長は 6,600 m となり計画案-I とほぼ同じ長さである。駅の数が増加したため、街区と乗降場までの徒歩距離は短くなった。路線は域内の 2 つの地下鉄駅間の連絡も兼ねているので、通勤交通に対しては、朝夕の運転方向を変えることで対応できる。しかし、車両はどちらか一方にしか運転できないので、移動したい方向により徒歩よりも時間が長くなるケースが生じる。したがって、業務やその他の目的の移動には必ずしも適しているとは言えない。

c) 計画案-III

およそ 150 m の間隔で駅を配置し、それらを周長の短

い単線ループの組み合わせでつないだ。駅数は49で路線長は7,090 mである。計画案-Ⅱと比較して駅数は少なめではあるが、路線長はほとんど変わっていない。長さ1.5 mという短いループを基本としているので、移動方向によって遠回りのケースが生じるという計画案-Ⅱの問題点を解消した。利用率は69%となった。

上記に示す手順による検討の結果、モデル・システムの計画の考え方として、以下のようなことが言える。

モデル・システムの導入形態としては、計画案-Ⅲのように、150 m間隔（おおむね1街区に1か所の割合）で駅を配置し、ある一定の長さの単線ループを複数組合せながら、それらの駅を結ぶように路線を引く方法が有効である。それは次のような理由からである。

- ① 導入空間は、路線が単線の方が複線よりも小さくでき車両が小型ならば、さらに小さくなる。
- ② 単線ループの組合せは、総路線長が同じ複線の場合と比較して、より広範な地域をカバーできる。必ずしも単線の建設費は複線のその半分ですむとは言えないが、同じ広さの地域をカバーするには、単線ループの方が建設費は安くなる。
- ③ 図-10に示すような考え方によれば、単線ループの組合せの場合、ループ長を適当な長さ（1.5 km）に設定することにより、歩行による移動時間を短縮する効果を最大にすることができる。

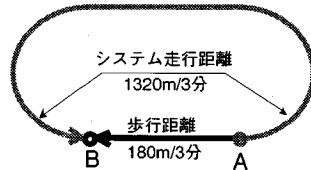
(3) システムの導入効果の評価

5.(2)の検討により、モデル・システムの最適案として計画案-Ⅲを得た。この案について、特に利用者（生活者）の視点に立ち、システム導入効果の総合的な評価を試みた。その評価は、以下の1)~4)に述べる方法による。また、モデル・システムの現実性を総合的に推し量るため、図-11、表-5に示すように動く歩道とバスのMM21への導入計画事例10)との比較も併せて行った。バスは、通常短距離交通システムに含めないが、導入地域の用途条件や運行時間帯の設定によっては短距離交通システムの役割も発揮するので比較の対象とした。なお、この検討事例では、バスについては、地域内の幹線道路を使用する設定となっている。

これらの導入計画事例は、MM21開発の計画時に検討されたもので、複数の交通システムの導入を各システムの特性を生かしつつ最大限のサービス提供が可能のように設定している。また、コスト算定も行って比較している。モデル・システムの現実性を総合的に推し量る資料として適切であると考えた。

a) システムの利用率による評価

モデル・システムの利用率は、通勤時間帯についてみると、域内全就業者の約70%になる。他の時間帯で域内に面的に発生する、業務や買い物などの移動にもモデル・システムは、その特徴からいって、こまやかな対応



- システムの利用条件  
歩いて3分以上かかる移動にはシステムを利用する。
- ループ路線長の計算
- ① 歩行者はA点からB点に向かって3分間歩く。歩行速度=60m/分
  - ② 車両はループを遠回りの方向にB点に向かって3分間走行する。  
システムの平均速度（途中の駅停止も含む）=440m/分
  - ③ 3分後、歩行者と車両がちょうどB点で出会うようにループ長を設定する。

図-10 単線グループの路線長設定のしかた

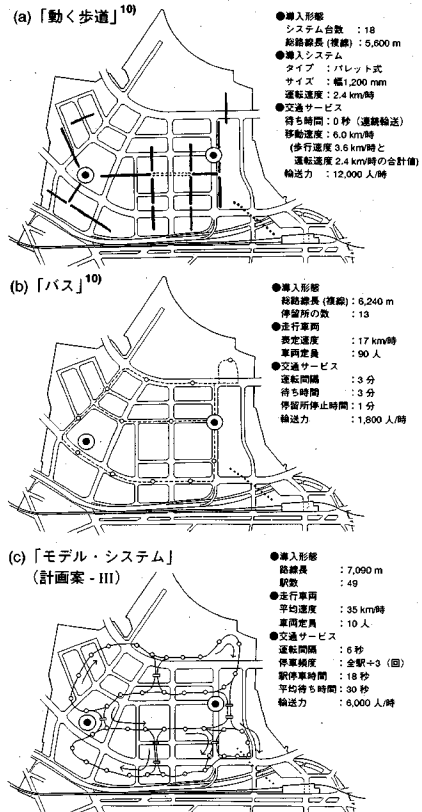


図-11 導入形態の比較

表-5 他のシステムとの導入効果/導入コスト比較

システム	動く歩道	バス	モデルシステム
通勤時間帯の利用者数(千人/日)	90	20	80
通勤時間帯の利用率(%)	77	18	69
導入効果(億円/年)	32	12.6	74
導入コスト(億円)	86	3	199 <sup>8)</sup>

注) <sup>8)</sup> 動く歩道の(導入効果に対する導入コストの比率)をもとに比例計算してモデル・システムの目標コストを求めた。



ができるという特徴がある。したがって、域内の全ての移動に関して、このシステムは高水準の交通サービスを提供できるものと期待できる。

動く歩道については、利用率が77%であるから短距離交通に対応が可能と言える。しかし、この利用率は、動く歩道の速度は安全上2.5km/時と遅いため、利用者のすべてが動く歩道の上を歩いて移動するという条件で算出したものである。実際には、利用者が立ち止まり、動く歩道の上を歩けないことが多いので、迅速な移動を必要とする人にとっては十分な対応ができるとは言えない。バスについては利用率が18%と低いので、MM21のような高密度地域内での通勤交通には不向きである。利用率を高める方策として専用道路を建設する方法があるが、面的な移動に対応できるためには巨額な投資を伴うため現実には不可能である。

#### b) 移動時間の短縮から見た評価

既存の交通システムの計画で行われている評価方法である、システムの導入によって短縮された移動時間(以下「短縮時間」と呼ぶ)を以下に示す手順で賃金に換算して行った。

- ① 各街区の延短縮時間(分/年)を計算する。
- ② 地域全体の延短縮時間(分/年) =  $\Sigma$  (各街区の延短縮時間)
- ③ 導入効果(円/年) = 地域全体の延短縮時間 × 賃金単価(50円/分)

この方法によれば、計画案-Ⅲの導入効果は、年間74億円となる。バスおよび動く歩道した場合と比較してみると、モデル・システムの導入効果はバス(12.6億円)の5.9倍、動く歩道(32億円)の2.3倍となる。

#### c) システムの導入コストに対する導入効果の比率からみた評価

システムの導入効果を導入コストで除した値を“コスト・効果比率”と呼ぶことにすると、一般的に、この値は大きいほどよい。動く歩道では、導入効果が32億円/年、導入コストが86億円なので0.37、バスでは、導入効果が12.6億円/年、導入コストが3億円なので4.2となる。モデル・システムのコスト・効果比率が、動く歩道のそれと同程度であると仮定すると、モデル・システムの導入コストは199億円ということになる。これは、上に述べてきたMM21というケースについて、そこで発生する短距離交通ニーズに応えるために、バスや動く歩道など既存のシステムも含めた最適システムの選定を行う時に、コストを190億円以内に抑えることができれば、モデル・システムを採用することが妥当である、ということの意味する。199億円という導入コストは、システムの路線1kmあたりに換算すると28億円であり、交通システムの現状のコストと比較しても達成不可能な単価ではないと思われる。

#### d) 新技術：短距離交通システムの総合的効用の評価

本論文で提案している新しい短距離交通システムの評価には、上記a), b), c)だけでなく、“総合的効用”，すなわち、既に述べたような導入のねらいが満足できるかどうかを評価することが不可欠である。

短距離交通システムの“総合的効用”の評価は3つの大きな視点から行なう必要がある。なぜなら、短距離交通システムは本来、地域に住んでいる/滞在している/勤めている/訪れている人が、その地域の中で、自分たちの活動のために利用する移動手段だからである。

- ① 短距離交通のニーズにどれだけ対応できるか  
→利用者(一般)にとってどれだけ使いやすいか
- ② 自然環境に対する影響(外部不経済)  
→利用者(地域にいる人々)にとって別のデメリットはないか
- ③ 高齢化社会の都市づくり  
→利用者(特に高齢者、ハンディキャップを持った人々)にとって、住みやすい街になるか

こうした3つの視点にそれぞれ評価項目を設け、3つのシステムを相対評価したのが表-6である。

動く歩道は、連続輸送なので最大輸送力が大きく、待たずに乗れるという点で優れている。しかし、システムによる移動は直線を基本としていること、途中での乗り降りができないため1基あたりの長さが300m程度と限界があるという制約条件がある。そのため、図-11(a)に示したような短い直線の組合せによる導入形態となった。動く歩道は、“自然環境への影響”、“高齢化社会の都市づくり”について優れているが、“短距離交通ニーズへの対応”に関しては、線的な交通需要が大量に発生する特定地点間への対応に限定され、域内に面的に発生する移動に対して十分な対応ができるとは言えない。

バスは、専用の軌道を敷設する必要がないので、既存の道路を利用できる場合は、短距離交通の補助的な手段として使うことはできる。しかし、輸送力に限りがあること、定員が多いので個別の移動ニーズには十分に対応できないこと、から域内に面的に発生する移動には対応することが困難である。さらに、現在最も普及しているディーゼル式のクルマは大気汚染の原因の1つにもなっているので“自然環境に対する影響”に関して適当でない。バスの乗り降りは一般道路からとなるので、通常のタイプのバスでは、“高齢化社会の都市づくり”には不適当である。

モデル・システムは、“短距離交通ニーズへの対応”について、動く歩道およびバスと比較して優れている。これは、モデル・システムが“本来の短距離交通システム”としてあるべき姿を想定したものであるため、当然の結果とも言える。“自然環境に対する影響”についても、

表一六 短距離交通の総合的効用の評価<sup>9)</sup>

評価項目		動く歩道	バス	モデルシステム
二短   距 ズ離 へ交 の通 対 応	適用領域の広さ ●最大輸送力が大きい ●導入空間が小さい	◎ △	△ ○ <sup>10)</sup>	○ △
	利便性の高さ ●待たずに乗れる ●駅(乗り場)が近い	◎ ×	△ △	△ ○
	個別ニーズへの対応 ●定員が少ない ●追越し/小回り可能	×	×	○ ○
自然環境に対する影響 ●景観をこわさない ●大気を汚染しない		△ ○	○ ×	△ ○
高齢化社会の都市づくり ●乗り込みが楽にできる ●利用のしかたが分かり易い		○ ○	×(○) <sup>11)</sup> △	○ △
総合評価		△	△	○

注) \*9 3つのシステムを各項目ごとに相対評価したもの  
 ◎:非常に優れている, ○:優れている, △:まあまあ, ×:劣る  
 \*10 既存の道路空間を使用(バス・レーン)  
 \*11 専用バスを使用した場合

システムの導入に必要な空間の断面積がコンパクトなので、できるだけ景観をこわさないような駅や軌道の設置のしかたを検討すれば、解決が可能であると考えられる。

表一六にあるような、短距離交通の総合的効用の評価は、まだ定性評価の段階ではあるが、今後はそうした評価項目の具体化または定量化を図ることによって、“本来短距離交通システムの評価基準”を設定することが肝要である。そうして完成した評価基準は、見方を変えれば、モデル・システムの開発を行う上での具体的な開発目標としておおいに活用できるはずである。

## 6. おわりに

この論文のねらいは、本来の短距離交通システムにふさわしい計画と評価の考え方を利用者の立場から検討することにあった。

前に述べたように、短距離交通システムが始めて開発されてから既に約20年経っているが、近年の都市開発の動向としては、空間利用の高度化や複合化が著しいので、短距離交通システムに対するニーズも急速に顕在化するとされている。

ここでは、こうした展望を踏まえながら、今後の短距離交通システムに関する計画と評価の課題を明らかにしたい。

### (1) 短距離交通システムの計画と需要予測

ケーススタディーで得た計画案-Ⅲの短距離交通システムがねらい通りの効果を上げるためには、移動ニーズの変化にすみやかに対応できる“レスポンス”の良い状態を常に保つ必要がある。いうまでもなく、こうした大規模なネットワークは、いくつかの段階を経て構築され

るはずであり、その構築の各段階ごとにもこの“レスポンス”の良い状態を保つ必要がある。

短距離交通ネットワークによる交通サービスは、現在発生している需要を満足させるだけでなく、新しい需要をつくり出すという発想に立って導入すべきである。それが結果として、地域の活性化につながるという効果を生むはずである。

そうした交通サービスの生かし方を検討するためには短距離交通ネットワーク独自の需要予測の手法の確立が不可欠となる。具体的には、短距離交通の発生のしかた、その地域内に滞在する人々の種類と行動特性など多数の要素を含めたモデル化の手法が有効であり、モデルの解析には、コンピューター・シミュレーションを用いることが不可欠となろう。

既にそうした手法によって空港施設や鉄道駅構内といった特定施設を対象とした“ヒトの流動”の研究が進んでおり、実際の施設計画にかなりの効果をあげている。今後は、地域全体の面的な移動についてもそうした手法を用いた研究が進み、都市計画にも反映されるようになるであろう。

### (2) 短距離交通ネットワークの評価手法の整備

ケース・スタディーでは、モデル・システムに適した導入形態の検討を行い、バスおよび動く歩道の導入計画事例を参照しながら、2つの方法による導入効果の評価を試みた。1つめは、新交通システムの評価に使われている移動時間短縮効果を賃金に換算したものを導入コストと合わせて評価するという定量的な方法、2つめは短距離交通の総合的効用を評価する定性的な方法である。

前者の方法が、短距離交通という僅か2~3分程度の移動に必ずしも適した方法であるとは言えない。しかし、定量化した導入効果は、域内における徒歩の移動が交通システムにより迅速で快適になるという便益を域内全体で定量化したものと読み交えることは可能である。そうした観点から今後この評価に工夫を加える必要がある。ランニング・コストは、短距離交通ネットワークの先行事例がないためにこの評価に加えなかったが、システムの構築技術や計画技術に関する研究開発がさらに進めば、ランニング・コストも含めたより妥当性のあるコストスタディーが可能となろう。

後者の評価方法、すなわち短距離交通の総合的効用の評価は、まちづくりや地域の活性化の観点からの評価を試みたものである。前者の経済性の評価に対応するものとして極めて重要である。言うまでもなく、移動とは都市活動の一部であって、それが活発に行なえるようにすることにより、以前になかったような活動が増えるであろう。こうした活動の活発化が、結果としてそのまちの経済を豊かにし、活性化につながる。そうした意味で、設定した評価項目は今後の短距離交通システムを導入す

る上で不可欠なものである。今後さらに評価基準設定の方法や、評価基準相互の重み付けに関する改良を加えていきたい。さらにこうした新しい評価項目を定量化し評価する手法の開発も必要となるであろう。それが、都市交通の整備の面から新しいまちづくりを促進するための有力な手立てとなるものと考えらる。

### (3) 短距離交通ネットワーク実現のための新しい事業方式の可能性

いうまでもなく、短距離交通システムは域内に面的に整備されるシステムであるので、道路空間の一部をシステムが占有するケース、不特定多数の乗客の多いケース、公共交通としてのシステムの民間建物内の設置のケースなどがありうる。こうしたケースについては、現行法制には明確な規定が無いので、複数の具体的適用事例の検討を行ない、新たな規定を設定する必要がある。

短距離交通ネットワークは、その交通サービスの性格として、公的、私的のちょうど中間に位置する。このシステムが軌道システムと車両システム、および制御システムから成り立つことを考慮すれば、その実用化については、設備投資と運転コストの面でさまざまな公的・私的の分担の可能性はあるはずである。それらの研究を急ぐ必要のあることをここに指摘しておく。

## 参 考 文 献

- 1) JR 総研：RRR11 月号グラフィックレポート・高速高密度運転から閑散線区まで柔軟に対応できる CARAT, pp. 21~24, (財) 研友社, 1992.
- 2) 建設省都市局都市交通調査室・都市交通研究会：よくわかる都市の交通, p. 188, 219, ぎょうせい, 1988.
- 3) Vukan R. Vuchic: Urban public transportation, pp. 613~615, PRENTICE-HALL, INC, Englewood Cliffs, 1981.
- 4) 建設省都市局都市交通調査室・(社) 日本交通計画協会：都市内短距離交通システム導入促進方策検討調査報告書, pp. 7~8, 1987.
- 5) (財) 機械振興協会・新機械システムセンター：CVS 技術レポート, p. 115, 1977.
- 6) 井口雅一・山下恭生：新交通システム, p. 18, 朝倉書店, 1985.
- 7) 建設省都市局都市交通調査室・(社) 日本交通計画協会：都市内短距離交通システム導入促進方策検討調査報告書, p. 49, 1991.
- 8) (社) 日本交通計画協会：CTM パンフレット, p. 4, 1990.
- 9) (株) 横浜みなとみらい 21：みなとみらい 21 街づくり基本協定, p. 17, みなとみらい 21 街づくり協議会, 1988.
- 10) (社) 日本都市計画学会：みなとみらい 21 地区交通計画調査報告書, p. 61, 1982.

(1993.2.8 受付)

## PLANNING AND EVALUATION METHOD FOR APPLICATION OF SHORT HAUL TRANSIT SYSTEM

Seiji SAWADA and Shuichi KURIHARA

With a view of more intensive urban space use and improvement of living environment, much attention is now being paid to a kind of Automated Guideway Transportation called "Short Haul Transit". This study is aimed to propose a practical method to apply Short Haul Transit systems in actual urban environment and to evaluate its effectiveness since these issues are inevitable for the progress of the technology. Based on an analysis of previous PRT and GRT type systems of Short Haul Transit, the authors set up a Model System in a performance specification form, and develop its layout design for an actual urban environment in the MM21 project, Yokohama. The effectiveness of the Short Haul Transit Model System is examined in comparison with two existing technology, bus service system and moving sidewalk system, in terms of space use, investment and service quality.