

新交通システムの分類と評価

菅原 操*

まえがき

大都市の市街地交通は、現在重大な諸問題に直面している。これは、① 通勤鉄道および路面交通の慢性的な輸送力不足と、それに基づく混雑、② 排気ガス騒音等の交通公害の発生、③ 交通事故の多発、④ 鉄道、バス等の公共交通機関の経営の悪化、などの問題がそれである。

そして、わが国がすでに歩みはじめている高密度情報化社会において、交通部門については、① 需要の高度化、多様化、② 環境保全、③ 労働力不足への対応、④ 情報化への対応、というような新しい課題の解決が必要となってくる。

このような都市交通の現在の問題点を解決するとともに将来の環境の変化に対応するために、新しい都市交通システムが必要となってくる。

本論ではまず1章において、地域目的に応じた新都市交通機関の性格について述べ、2章において、新しい都

市交通機関の要件と方式との関連について述べる。3章においては、新都市交通機関の評価の問題についての一般論を述べ、とくに交通機関の評価項目を人間の行動要素に分解し、利用者の選択についての輸送抵抗という概念における労力項の大きさについて論じた。また4章においては、輸送需要に応じた交通機関の輸送単位の選択について述べている。5章では、今後その必要性が急速に増してくると思われる都市内貨物輸送の新システムについてふれることとする。

1. 地域目的に応じた新交通機関の性格

交通需要パターンと新交通システムの概念とを 表-1 のように整理してみると、新都市交通機関のねらいは、線的なサービス要素の改善と、面的なサービス要素の改善とに分けて考えることができる。

線的なサービス要素の改善としては、スピードアップ、フリケントサービス、交通容量の増大などが主眼点であろう。また、これらを通じて、高架化、有軌道方式によ

表-1 交通需要パターンと新交通システムの概念

交通需要パターン	交通需要の特性	問題点とその解決の方向	新交通システムの概念	
面 輸 送	都心部	<ul style="list-style-type: none"> 限られた狭い地域に発生するODの分散した高密度、短距離のトリップ 官公庁、企業、買物、娯楽地区 空港、鉄道等の大規模ターミナル 	<ul style="list-style-type: none"> 交通の渋滞、駐車難の解決、歩行距離の短縮——自動車の機能を代替するため、ネットワーク状の専用運行路による個別の輸送手段の提供 ターミナル、盛り場における人の流れの合理化——人の流れの方向性を持たせるとともに歩行負担を軽減するための輸送手段の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 個別高速輸送システム コンベアシステム
	周辺部	<ul style="list-style-type: none"> 比較的大い地域に発生するODの分散した中密度、中距離のトリップ 鉄道駅を中心とする住宅、学校、工場、集配センター等を含む地域 	<ul style="list-style-type: none"> 駅周辺の路面交通の渋滞による駅へのアクセス困難の解消——バスに代替する専用通行路を持った中量輸送手段の駅への乗入れ、および任意の2点間を駅周辺を通過せずに短縮する交通手段の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 中量公共輸送システム 個別高速輸送システム
	郊外部	<ul style="list-style-type: none"> 比較的小さい一定の地域内に発生するODの分散した低密度、短距離のトリップ 郊外住宅地域内および鉄道駅との間 	<ul style="list-style-type: none"> タクシーの機動性とバスの公共性——需要の比較的多い路線には専用路線による輸送手段、需要の少ない路線には、需要に応じて運行のできる輸送手段 	<ul style="list-style-type: none"> 呼出しバスシステム 中量公共輸送システム
線 輸 送	大都市	<ul style="list-style-type: none"> 郊外および周辺より都心部への通勤、業務、買物等のためのトリップ、および都心部、空港間のトリップなど、中・長距離、高密度のトリップ 	<ul style="list-style-type: none"> 主として、通勤時の混雑は在来の鉄道による線増、高速化増結等により解決することとする 	
	中核都市	<ul style="list-style-type: none"> 居住地域と中心地域間の通勤、業務等のための放射状、中距離、中密度のトリップ 	<ul style="list-style-type: none"> 市街地における路面交通の混雑——バスに代替する専用通行路を持った中量輸送手段の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 中量公共輸送システム

注：運輸技術審議会資料。

* 正会員 工博 東京工業大学教授 工学部社会工学科

る表定速度の維持，事故の防止，省力化，また電力駆動による大気汚染の防止，タイヤ支持による騒音防止などをねらうものもある。

面的なサービス要素の改善のねらいは，door to door，すなわち乗換えの手間を省くこと，最適の経路選択などが主眼点である。

2. 新しい都市交通機関の要件と方式

いま，新しい都市交通機関に要求される主要な要件とこれに対応する方式との関係を示すと図-1 のようである。すなわち，新しい都市交通機関のねらいとするところは多種多様であり，それぞれの需要パターンに対応した交通システムが研究開発されなければならない。これらの新交通システムの開発は，これを運行形態，軌道形式などから次の4つに分類して進められている。

- ① 連続輸送システム ② 軌道輸送システム
- ③ 無軌道輸送システム ④ 総合システム

現在提案されている各種交通システムには，アイデア段階のものも多く，システム開発のために必要な時間と費用，建設維持のための費用が不明であるため，現段階で評価をくだすことはできないが，これを，方式，あるいはその満たしうる要件に分解し，それを通じて各シ

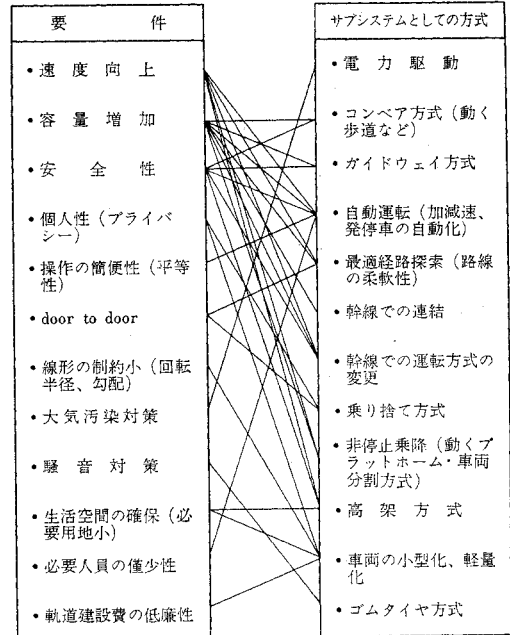


図-1 新しい都市交通機関の要件と方式

ステムの類似性を明確にしたものが，それぞれ表-2, 3 である。

表-2 新しい交通機関の方式

方式	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
交通機関の名称	電力駆動	ココンベア方式	ガイドウェイ方式	自動運転（加減速の自動化）	最路適探経路	幹線の連結	幹線の転換方式（両用車）	乗方捨て	非乗降停止	高架方式	車小軽二型量の化	ゴム方式
① 動く歩道	○	○		○								
② カーレーター	○	○		○								
③ テレカナベ	○	○		○					○			
④ オーバークランド	○	○		○					○	○		
⑤ トランスベイヤ	○	○		○					○	○	○	
⑥ インテグレーター	○	○		○					○	○	○	
⑦ カーベア	○	○		○					○	○	○	
⑧ M A C - 1	○	○		○					○	○	○	
⑨ ミニレール	○		○	○					○	○	○	
⑩ モノキャブ	○		○	○					○	○	○	○
⑪ キャビンタクシー	○		○	○					○	○	○	○
⑫ ビープル・ムーバー	○		○	○					○	○	○	○
⑬ Oマチックトレイン	○		○	○					○	○	○	○
⑭ スカイバス	○		○	○					○	○	○	○
⑮ V O N A	○		○	○					○	○	○	○
⑯ オートライナー	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
⑰ スタートカー	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
⑱ テレトラン	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
⑲ ダッシュベア	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
⑳ C V S	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
㉑ M A C - 2	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
㉒ NET システム	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
㉓ PAS システム	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
㉔ デマンドバス					○							○
㉕ 列車バス			○			○						○
㉖ ホバーバス							○			○		○
㉗ 自動運転バス				○			○					○
㉘ ロボタック	○											○

表-3 表しい交通機関と満たしうる要件

要件	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
交通機関の名称	安全性	個人性	採便作便の性	戸口からへ	線制形約の小	大染対汚策	生活空間保	必要の僅人少員性
① 動く歩道	○		○			○	○	○
② カーレーター	○							
③ テレカナベ	○		○			○	○	○
④ オーバークランド	○		○			○	○	○
⑤ トランスベイヤ	○	○	○			○	○	○
⑥ インテグレーター	○	○	○			○	○	○
⑦ カーベア	○	○	○			○	○	○
⑧ M A C - 1	○					○	○	○
⑨ ミニレール	○	○	○		○	○	○	○
⑩ モノキャブ	○	○	○			○	○	○
⑪ キャビオンタクシー	○	○	○			○	○	○
⑫ ビープルムーパー	○	○	○			○	○	○
⑬ Oマテックトレイン	○	○	○			○	○	○
⑭ スカイバス	○	○	○			○	○	○
⑮ V O N A	○	○	○			○	○	○
⑯ オートライン	○	○	○			○	○	○
⑰ スターカー	○	○	○	○		○	○	○
⑱ テレトララン	○	○	○	○		○	○	○
⑲ タッシュャベア	○	○	○			○	○	○
⑳ C V S	○	○	○	○		○	○	○
㉑ M A C - 2	○	○	○			○	○	○
㉒ NETシステム	○	○	○	○		○	○	○
㉓ PASシステム	○	○	○	○		○	○	○
㉔ デマンドバス				○				
㉕ 列車バス								○
㉖ ホバーバス	○						○	
㉗ 自動運転バス	○		○					
㉘ ロボタッグ						○		

表-4 各個評価と国民経済的評価

区分	国または公共団体	交通機関	利用者	一般社会	総計
運賃料		+	-		
輸送経費(輸送機関負担)		-			
輸送経費(公共団体負担)	-				
輸送経費(利用者負担)			-		
時間価値経費			-		
労力経費			-		
外部経済・不経済				±	
輸送による付加価値			+		+
税金	+		-	-	
財政援助	-	+			
計	≒ 0	≒ 0	> 0 純便益	?	> 0 純便益

収支から定まるものでなく、その交通機関の存在が、どのように、国全体の純便益を増大するかにあると考えられる。これは、いいかえれば、国民経済的の意味の総費用を最小にすることでもある。

(2) 評価基準

評価の基準としては、次の3つを考えることができよう。

- ① 純便益が生ずること、
- ② 在来交通機関の組合せより純便益が大きいこと、
- ③ 建設開業時に補助が必要であっても、将来は経営面からも自立の方向に進むこと。

(3) 交通機関の評価尺度

交通機関の評価要素としては

- ① 低廉性 ② 速達性 ③ 安全信頼性
- ④ 快適性 ⑤ 便利性 ⑥ 平等性
- ⑦ プライバシー ⑧ 公害防止
- ⑨ 生活空間の確保 ⑩ 景観

3. 新都市交通機関の評価

(1) 評価の基本的考え方

新交通システムの評価にあたっては、技術的な面だけでなく、社会的、経済的側面からの評価が必要であり、評価の観点を単に運営者のみならず、利用者、一般社会への影響を含めた総合的な観点にたつて行なわなければならない。すなわち、交通機関を評価する場合に、交通機関の収支とか、利用者だけから見た便益は、いわば“部分最適”の見方であり、国内の交通機関のあり方を論議する場合“全体最適”の見方は国民経済的な評価ということである。

以上のような関連を表-4のようにまとめてみた。交通機関を考える場合、関係者は交通機関自身のほか、利用者および国または公共団体ならびに一般社会ということになる。

そして、この4者を総合して見た場合が国民経済的評価ということになる。

交通機関の存在意義は、決してその交通機関の

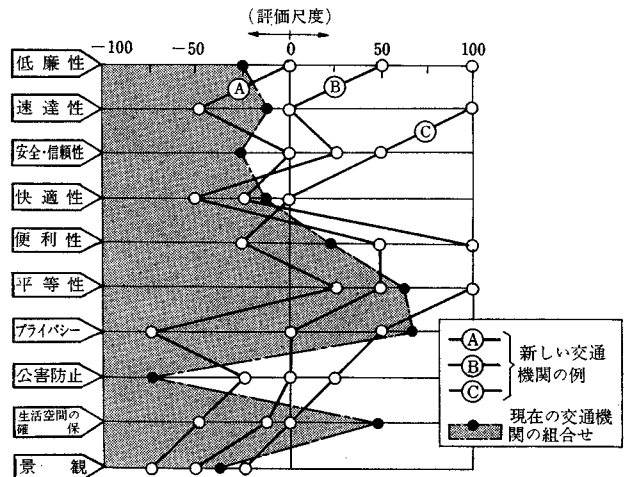


図-2 要素別の評価価値

表一5 利用者に対する評価尺度

評価項目	利用者の行動要素		評価尺度	
			Grade	Time
快適性	歩行	水平・階段、屋内・屋外、荷物の有無等	時間	時間
			Grade	
便宜性	座立	屋内・屋外、荷物の有無	時間	時間
			Grade	
平等性	運転する	快適かどうか、他人、自動運転、自力運転等	時間	時間
			Grade	
プライバシー	先行を定める	窓口、ボタン式、誘導等	時間	時間
			Grade	
安全・信頼性	人と接する	個人、小人数、大衆等	時間	時間
			Grade	
安全・信頼性	安全性を感じる	無事故、事故頻発、軽小事故、重大事故、犯罪等	時間	時間
			Grade	
低廉性	支出する	金額の大きさ	金額	金額
			Grade	
低廉性	騒音	感覚の程度	時間	時間
			Grade	
低廉性	振動	感覚の程度	時間	時間
			Grade	
低廉性	気象	感覚の程度	時間	時間
			Grade	
低廉性	景観	感覚の程度	時間	時間
			Grade	

などが用いられるが、これらの評価要素を同一の尺度で示すことはむずかしい。一般には、低廉性は金額で、また速達性は時間価値という概念を通じて金額に換算されるが、その他の項目は計量しにくい項目である。

このような場合各要素の表示方法

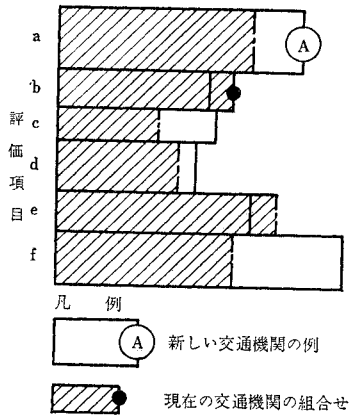


図-3 総合的評価

として図-2のようなものがある。もし各項目の間のウェイトづけができれば、縦軸にそれぞれのウェイトに応じた幅をもたせると図-3のようになる。この場合は総面積が評価の尺度になる。

各交通目的について、評価項目 i のウェイトを α_i とし、それぞれの Grade のウェイトを β_{ij} とし、おのおのに費やした時間を t_{ij} とし、その総和を求めると

$$S = \sum_i \alpha_i \sum_j \beta_{ij} \cdot t_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

となり、これが総括的な評価となりうる。すなわち、これらの係数が具体的に抽出できれば評価ができることになる(表-5、6)。

したがって、これらの係数を

表一6 一般社会および運営者に対する評価尺度

一般社会に対する評価尺度		運営者に対する評価尺度	
評価項目	Grade	評価項目	Grade
公害	騒音	強さと範囲	投資
	振動	強さと範囲	金額の大きさ
	大気汚染	強さと範囲	運当費
	混雑	強さと範囲	金額の大きさ
	電波障害	強さと範囲	収入
安全・信頼性	無事故、事故頻発、軽小事故、重大事故、犯罪等	無事故、事故頻発、軽小事故、重大事故、犯罪等	
	都市計画との整合性	都市計画との整合性	
機能	空間の大きさ、都市の分断の程度		
空間	都市との調和の程度		
外観	税、負担金の大きさ		
支出			

各交通目的ごとに求めることが、評価の問題における今後の課題である。

(4) 新設交通機関の評価の基本的な手法

この手法は、2地点間に新規に交通機関を設ける場合の評価を行なうための、基本的なモデルによる方法であり、新設交通機関の評価の最も単純な形のケーススタディとして空港旅客を主体とした成田国際空港へのアクセスについての例を示す。

この作業の流れは図-4のとおりである。すなわち、このモデルの前半は、比較されるべき各交通機関について、運賃・所要時間等のサービス条件による在来交通機関との配分輸送量や輸送状況を求めるもので、後半は、新設交通機関の収支と、国民経済的評価を判断するための総費用を求めるためのものである。このモデルの特徴の一つは、当初仮定した運賃、所要時間から求められた

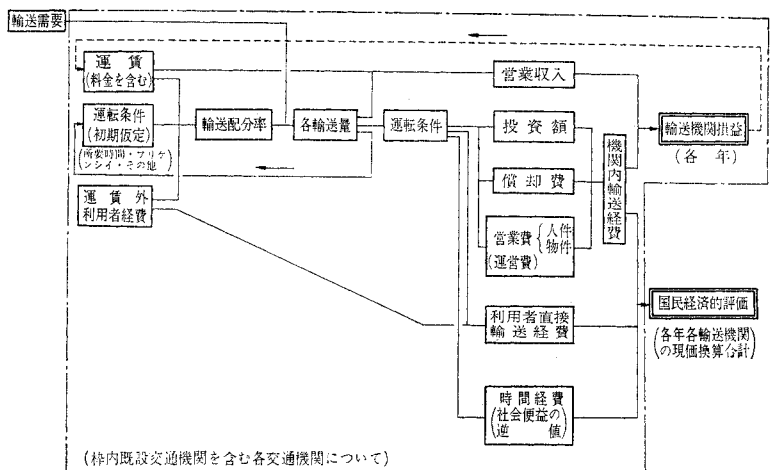
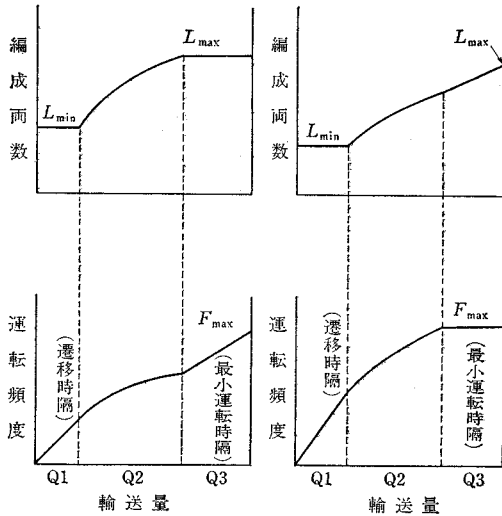


図-4 新設交通機関の評価モデル



(1) 先に最大編成両数でおさえられる場合。 (2) 先に最小運転時隔でおさえられる場合。

図-5 鉄道の編成車両数と運転頻度

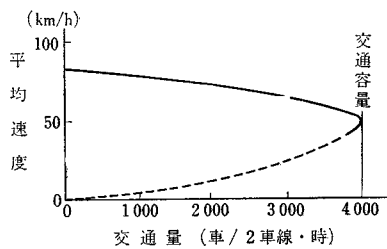


図-6 道路の通過車数とその速度

配分輸送量により運転条件を求め、それによる所要時間の変化を再び当初仮定した所要時間にフィードバックしている点である。

すなわち、鉄道についていえば、図-5 のように開業当初 4 両編成でスタートしたものが、輸送量の増加によって運転時隔がある点 (遷移時隔) に達すると、運転時隔の短縮と編成長の増大が併行して行なわれ、運転時隔が最小値 (たとえば 2 分間隔)、または編成長が最大値 (たとえば 12 両) に達すると、あとはそれぞれ編成長の増大または運転時隔の短縮だけで輸送量の増加に対応させる。そして、それぞれの運転時隔の 1/2 を待ち時間として所要時間に加えることにしている。

次に、道路輸送についていえば、通行量と速度との関係を多くの実測値から図-6 のようにモデル化し、この条件で到着時間を修正し、初期条件にフィードバックする。また、輸送配分には輸送抵抗という概念を入れた。すなわち、交通機関 r の輸送抵抗 R_r を

$$R_r = f(C_r, T_r, L_r, S_r, \dots) \quad (2)$$

ここに、 C_r : 運賃、 T_r : 所要時間、 L_r : 労力に関する因子、 S_r : サービスに関する因子と定義し、交通機関

運賃 (円)	開業後の年度	輸送配分			
		既設 国鉄 (%)	既設 京成 (%)	既設 バス (%)	新設 交通機関 (%)
① 新設なし					
	1	23	30	47	—
	10	28	33	40	—
	15	28	33	40	—
② 新幹線新設					
新幹線	1	7	12	25	56
720 円	10	14	16	20	50
	15	14	16	20	50
③ アエロトラン新設					
アエロトラン	1	7	12	25	56
570 円	10	13	16	23	48
	15	15	18	21	46
アエロトラン	1	13	18	29	40
720 円	10	19	22	25	34
	15	19	22	25	34
④ アエロトランと新幹線新設					
アエロトラン	1	4	6	18	39
570 円	10	9	11	15	31
	15	9	11	15	31
新幹線	1				33
720 円	10				34
	15				34
アエロトラン	1	4	7	20	27
720 円	10	11	13	16	22
	15	11	13	16	22
新幹線	1				41
720 円	10				39
	15				39

の輸送配分率 P_r を

$$P_r = \frac{R_r^{-n}}{\sum_r R_r^{-n}} \quad (3)$$

として求めた。この常数 n としては、実測データから 6 くらいがよいといわれている。

次に、このモデルの後半は、新設交通機関の収支と費用便益の計算であるが、収支のもとになる投資計画としては、5 年の建設期間に線路と車両基地を建設することとし、車両基地は Project life 20 年の最終年度対応の用地と、開業当初に必要な設備のみをまず設け、開業後、毎年増加する車両に対して検修設備を増強する方式をとった。このモデルを使用して現在建設中の成田空港への新しいアクセス交通機関の評価を行なってみた。すなわち、現在成田空港アクセスとして次の 3 つの交通機関の新設増強が、すでに実施されつつある。

国鉄総武本線 (東京—成田)

京成電鉄 (京成上野—空港)

高速自動車道 (箱崎 IC—空港)

ここに、新たに加えるきべ交通機関として新幹線タイプの鉄道がすでに決っているが、ここに別の形の超高速

表-7 各パターンの輸送状況, 収支, 費用便益総括表

編成 両数 (車/列車)	新設交通機関輸送状況					新設交通機関収支						国民経済的評価		
	フリケンシー (列車/日)	歩行時分 (分)	待時分 (分)	計 (分)	収入 (10億円/年)	支出			損益 (10億円/年)	収支係数 (%)	上段:売却価値を認めない場合 下段:売却価値を認める場合			
						運営費(10億円/年)	資本費(10億円/年)	計(10億円/年)			マネーターム (10億円/)	時間経費 (10億円)	計 (10億円)	
4.0	103	30	5.8	35.8	16.3	2.4	13.5	15.9	0.4	97.3	184.2	182.0	366.2	
4.3	240	30	2.5	32.5	40.8	3.5	9.3	12.8	28.0	31.4				
4.3	240	30	2.5	32.5	40.8	3.5	-1.7	1.8	39.0	4.4				132.0
3.4	180	24	3.3	27.3	13.6	4.4	9.3	13.7	-0.1	100.9	172.4	177.4	349.8	
4.7	180	24	3.3	27.3	30.6	9.7	8.8	18.5	12.1	60.5				
7.6	180	24	3.3	27.3	30.6	9.7	4.2	13.9	16.7	45.3				132.0
2.5	180	24	3.3	27.3	12.4	3.3	9.2	12.5	-0.1	100.0	161.7	195.1	356.8	
5.8	180	24	3.3	27.3	29.2	7.4	7.8	15.2	14.0	52.2				
5.8	180	24	3.3	27.3	29.2	7.4	2.4	9.8	19.4	33.6				121.7
2.7	162	24	3.7	27.7	9.7	3.2	9.2	12.4	-2.7	127.2	302.4	158.1	460.5	
5.3	180	24	3.3	27.3	21.3	6.8	10.9	17.7	3.6	83.1				
5.3	180	24	3.3	27.3	21.3	6.8	9.6	16.4	4.9	76.9				221.9
4.0	62	30	9.7	39.7	9.7	2.1	13.3	15.4	-5.7	158.4	293.9	165.9	459.8	
4.9	146	30	4.1	34.1	27.9	2.9	14.7	17.6	10.3	63.0				
4.9	146	30	4.1	34.1	27.9	2.9	10.6	13.5	14.4	48.6				213.6
2.3	137	24	4.4	28.4	8.7	2.3	9.0	11.3	-2.6	130.9	213.6	165.9	379.5	
3.8	180	24	3.3	27.3	18.8	4.9	10.4	15.3	3.5	81.1				
3.8	180	24	3.3	27.3	18.8	4.9	9.1	14.0	4.8	74.0				128.7
4.0	77	30	7.8	37.8	12.1	2.2	13.3	15.5	-3.4	128.7	21.9	30.8		
5.2	155	30	3.9	33.9	31.6	3.1	12.8	15.9	15.7	50.3				
5.2	155	30	3.9	33.9	31.6	3.1	6.6	9.7	21.9	30.8				

鉄道を加えるかどうかを検討するために、超高速鉄道として、フランスのニュータウン連絡にすでに採用が決定しているアエロトラン（近郊用）の適用性を検討してみた。すなわち、この2つの交通機関を単独に新設した場合、また併設した場合について、新設交通機関の経営収支と国民経済的総コストを試算した。

昭和60年における成田空港発着の国際航空旅客を2700万人と想定して、試算した結果は表-7のとおりであり、それぞれ国民に与える時間便益が大きく、また企業としての収支もかなりよいものであることが予想される。

(5) 計量しにくい要素の評価

a) 概要

交通機関の評価において、計量しにくいものの取扱い方については、まだ定着したものはない。計量しにくい要素というものの中には、次の3つのカテゴリーのものがあると考えられる。

- ① プロジェクトの効果の不確実性
- ② 社会に対する影響

③ 人間行動要素からの見方

本節では、このうちとくに③の問題について論ずることとする。

近年、需要の質の高度化に伴い、戸口から戸口への交通機関の要請が強くなっている。これは、「停留所で待たずに乗れる」「歩かなくてすむ」「乗換えが不要」というような点が、利用者の期待に合致するからである。

したがって、交通機関における輸送配分を求めるような場合には、従来行なわれてきたような単に時間と運賃だけの配慮ではなく、このような労力項に対する評価が必要になってくるものと思われる。

b) 労力項に対する評価

3.(4)においては、輸送抵抗の要素として運賃Cと時間Tを考えた。しかし、交通機関利用者の選択要素の中には、運賃、時間のほか労力（あるいはサービス）に関する因子が考えられるべきである。そのためには時間価値を

① 純粋な意味の時間価値（損失） W_1

② その時間中の労力としての価値損失 W_2

の2つに分けて考えればよい。一般に輸送の時間価値

表-8 評価項目と利用者の行動要素との関連

項目		利用者の行動要素	時間	歩行	佇立	座る	運転	行先を定める	定時に着く	人と接する	安全感を感じる	支出す	その他				
													騒音	振動	気温	景観	
速達性	歩行時間	○															
	待機時間	○															
	乗換時間	○															
	乗降時間	○															
	アクセス時間	○															
快適性	振動																
	騒音																
便利性	door to door		○					○		○							
	自動(ボタン)式か		○				○	○		○							
	どんなODも可能							○									
	変更は可か							○									
	フリクション							○									
平等性(老人, 子供, 身障者)	運賃支払方法																
	荷物の設備		○	○	○												
低廉性	開発											○					
	建設											○					
	用地											○					
	車両製造											○					
安全信頼性	運営											○					
	人命の危険						○										
	事故								○								
	耐天候						○										

(損失)が現在 400 円/人・時、あるいはそれ以上であるといわれているが、かりに 400 円/人・時であるとして、通常いわれている国民所得・労働人口・労働時間ベースで考えた時間価値で、生みだされた時間が必ずしも生産にフィードバックされないこと、就寝時間は生理的に固定的であること、交通機関利用者の質と労働人口の関係などを勘案するならば、純粋な意味の時間価値(損失)①は、せいぜい 200 円/人・時(昭和 43 年)としか見積られない。この差 200 円/人・時は、いわば交通機関利用中の労力としての価値損失②であると考えべきである。そして、①の意味の時間価値損失は、交通機関利用者に限れば、行程中の全時間について時間に一律な係数 W_1 が乗じられるべきものであるが、②の意味の時間価値損失は極端ないい方をすれば、行程中刻々と変化する係数 $W_2(T)$ が乗じられるべきものである。たとえば、歩いたり、混んだ車両に乗っている場合 $W_2(T)$ は大きく、乗心地よい車両や観光的な乗車では $W_2(T)$ は小さく、場合によっては負になることも考えられる。また、マイカーを自分で運転する場合などは $W_2(T)$ の取り方にはいろいろな考え方があろう。以上述べたことを式で要約すれば、労力項を別視しなければ

$$R=C+W T \dots\dots\dots(4)$$

であるが、労力項(第3項)を設定すれば

$$R=C+W_1 T+W_2 T \dots\dots\dots(5)$$

さらに厳密には

$$R=C+W_1 T_1+\int W_2(T_2) d T \dots\dots\dots(6)$$

となる。

一般に、利用者から見た交通機関の評価要素は、①低廉性、②速達性、③快適性、④便利性、⑤平等性、⑥プライバシー、⑦安全信頼性、などである。

以上の評価項目の中で、低廉性は当然金額算定が可能である。速達性は、時間価値という概念で金額換算される。安全性、混雑等を金額換算した例もあるが、一般に上記以外の項目は金額換算がむずかしい。ゆえに、相互のウェイトづけもむずかしい。そこで、利用者に対する評価尺度として、上記の項目を旅行における人間の行動要素に分解して、これについて評価することが考えられる。表-8は、従来の評価項目と交通機関利用者の行動要素との関連をあげてみたものである。こうして各行動要素に基づいて計量していけば、各評価項目の間のウェイトづけが、いくらか可能になる。このことは、先に述べた労力項における時間価値 W_2 のウェイトづけにほかならない。

表-9 行動要素の RMR 値

区 分	R M R 値		
歩 行	水 平	階 段 (下り)	階 段 (上り)
	2.8	3.5	5.5
佇 立	手 ぶ ら ~ 荷 物 有	荷 物 (5 kg)	荷 物 (5 kg)
	0.8	1.5	7.5
座 る	0.2	~	0.4
運 転 する	他 人 運 転 ~ 自	動 ~ 自	力
	0	0.5	1.0
人 と 接 する	個 人 ~ 交 際		
	0	2.0	
行 先 を 定 め る	窓 口	ボ タ ン	誘 導
	0.2	0.5	0.8

表-10 労力の時間損失と RMRとの関係

区 分	労力の時間損失	R M R 値
佇 立	40 円/人・時	0.8
階 段 を 昇 る	250 円/人・時	5.5

e) 交通手段選択におけるエネルギー代謝率の適用性
旅行における人間行動要素は、歩行、佇立、座る、運転する、人に接する、行先を告げる、支出をする、というようなものが含まれており、これらの行動要素に対する時間価値の間のウェイトづけをすることがこの問題の解決の緒になるものと思われるが、このような人間の行動要素については、労働衛生学ではエネルギー代謝率(RMR)という概念のウェイトづけが行なわれている。その一例をあげれば表-9のようである。交通手段選択の予測にこの RMR がどのくらい適用できるかを確かめるために、次の2つの実験を行なった。

① 地下鉄霞ケ関でのエスカレーターと階段の利用者調査によるもの

② 首都高速道路協会による高速通勤バス調査報告書の高速通勤バスと鉄道の利用者のアンケート調査によるもの

この結果から、輸送抵抗

$$R = C + W_1 T_1 + \int W_2 (T_2) dT \dots \dots \dots (7)$$

を用いて W_2 の値を求めてみた。その結果を表-10に示す。表-10の右欄は別に求められている RMR の値である。時間価値損失と RMR とを比較すると、佇立という動作と、階段を昇るという動作とでは、時間価値損失の測定結果は 6.25 倍、RMR 値は 6.87 倍となり、比較的よく一致している。これだけの結果の判断で、RMR 値を交通機関の評価にそのまま用いるということは、はなはだ危険であるが、今後検討する価値のあるものとする。

4. 需要に応じた輸送単位の選択

(1) 概 要

都市交通機関の経営の悪化の原因は

① バス、市電の場合は、運行速度の低下および人件費ベース上昇によるコスト上昇と需要の減少、

② 地下鉄の場合は、用地費、工事費の上昇による資本費の増大と、人件費ベースの上昇によるコスト上昇がおもなものである。そして、自立不可能な交通機関でも、そのもたらす便益が大きければ公共の資本による補助も行なわれるであろうが、これにも限度がある。したがって、交通機関が存在するには、経営的に自立の方向に向っていなければならない。このような観点からみると、今後の都市交通機関は地表の交通と分離され有軌道で、かつ、省力化の可能なものであることが望ましい条件となる。

モノレールおよび小量有軌道交通機関は、高架、有軌道、タイヤ方式、電力駆動等により線の輸送における表定速度の維持、フリケントサービス、コスト低下、無公害などをねらったものとして位置づけられる。また、小量有軌道交通機関は、その他小半径で回転できることから、街路上に網状に配置し、door to door の面状の輸送をねらうものも多い。

ここでは、小量交通機関(以下 SRT と仮称)の例として VONA をとり、モノレールおよび SRT について主として線的な輸送サービスの面からコスト分析を行ない、交通需要の大きさに応じて、どのような輸送単位の交通機関が適するかを検討した。

検討した交通機関は次のモデルによった(表-11)。

輸送単位	モノレール	定員	135 人
	モノレール	定員	80 人
	モノレール	定員	30 人
	SRT	定員	30 人
延 長	20 km	駅数	21
	10 km	駅数	11
	5 km	駅数	6
総需要(開業年片道断面交通量)			70 000 人/日
			50 000 人/日
			30 000 人/日

ただし、年率 5% で増加するものとする。

(2) 試算の前提

a) 輸送単位と投資額

各輸送機関の投資額(開業年度まで)は図-7のとおりである。

b) 輸送単位と輸送力

各輸送機関の最大輸送力は、次のように考えた。

表-11 モノレール, SPT の諸元

種別 項目	モノレール			SRT	
	135人	80人	30人	30人	
定員 (人/両)	135	80	30	30	
単価 (万円/両)	5000	3900	2500	800	
耐用年数 (年)	18	18	18	9	
設計乗車人員	203	135	45	40	
重量 (t)	自重	25	20	6.8	3.5
	旅客 (150%)	12	7.5	2.7	2.5 (130%)
	計	37	27.5	9.5	6.0
車長 (m)	15.6	13.1	6.8	5.3	
軸数	4	4	4	2	
軸重 (t)	10.25	7.5	2.6	3.0	
編成長 (両)	最小	2	2	2	2
	最大	6	8	14	18
最小時隔 (分)	2	2	2	2	
表定速度 (km/h)	30	30	30	30	
車軸配置 (m)					

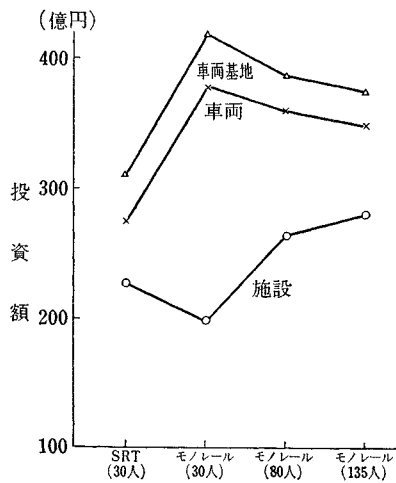


図-7 開業年度までの交通機関別投資額
(延長20km・総需要3万人)

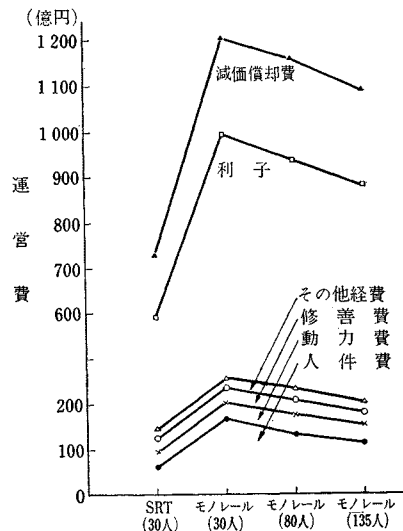
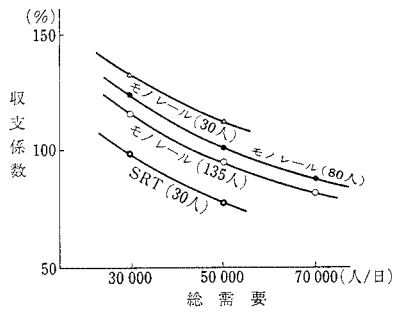


図-8 輸送機関別運営費
(延長20km・総需要5万人)

- ① 135人乗りモノレール:
 $135(\text{人}) \times 150(\%) \times 6(\text{両}) \times 30(\text{本}) = 36450 \text{ 人/h}$
- ② 80人乗りモノレール:

- ③ 30人乗りモノレール:
 $80(\text{人}) \times 150(\%) \times 8(\text{両}) \times 30(\text{本}) = 28800 \text{ 人/h}$



(延長 20 km・補助金あり・開業 5 年目)
 図-9 交通機関、需要別収支係数

$$30 \times 150 \times 14 \times 30 = 18900 \text{ 人/h}$$

④ 30 人乗り SRT :

$$30 \times 130 \times 18 \times 30 = 21060 \text{ 人/h}$$

c) 輸送単位と運営費

各輸送機関と運営費との関係を示すと図-8 のとおりである。この運営費は、開業後 15 年間の累計である。

(3) 運営の見直し

次に、各パターンについて 15 年各年の収支係数を求めて経営面からの評価を試みた。収入については、全国大手私鉄、営団、公営地下鉄の実績値より、人キロ当りの定期客、定期外客の収入の原単位を求め、これらの値を用いて運輸収入を算定し、これに雑収入を加えて総収入とした。また、一般財源による補助のない場合と、現行の地下鉄に対する補助と同じルールが適用される場合とについて、収支を検討した。

各交通機関に対して、公営の都市高速鉄道に与えられている通常率による補助金が与えられるものとして試算した結果を図-9 に例示する。この図から輸送量に応じた収支採算の限界点を読み取ることができる。

補助金のない場合は、すべての場合について採算はと

れない。

(4) まとめ

以上から、次のことがいえる。

- ① 運賃水準を現状のように考えた場合、都市交通機関(定期比率 60% と仮定)では、交通需要が大きくても補助金がないと収支採算はとれない。
- ② モノレールの 30 人乗り、80 人乗り、135 人乗りを比較すると、輸送単位が大きいほうが有利である。
- ③ 需要が小さいときは SRT が有利である。
- ④ 通常の補助金がある場合、総需要が 70 000 人のとき、80 人乗り、135 人乗りとも経営上成りたつが、135 人乗りのほうが、いくぶん有利である。
- ⑤ 総需要 50 000 人のとき、SRT 135 人乗りモノレールが成りたつが、SRT のほうが有利である。
- ⑥ 総需要 30 000 人になると SRT が最適である。
- ⑦ SRT については、無人運転ということで運営費を積算しているが、その実施については法制上の問題点が残されている。

5. 新しい貨物輸送システム

以上 4 章まで、主として旅客を対象とした新交通システムについて述べてきた。また、新交通システムの視点一般在に旅客輸送に向っていることも確かである。

都市交通における貨物輸送のウェイトは大きいものであるが、貨物については、その流動の実態把握が十分にできていないこと、および自ら移動しないという貨物特有の性格のために、従来の輸送手段、すなわちトラックによる輸送に頼らざるを得ず、これが路面交通の混雑を増加させる大きな原因になっている。

とくに、今後急増を予想される都市廃棄物の処理につ

表-12 新貨物輸送システム一覧

輸 送 路	運 搬 具	輸 送 形 態	検 討 また は 実 施 地 域	備 考
高 架 , 地 下	ベルトコンベア	コンテナ式貨物	東 海 道	ベルトコンベア研究会
		バンド式貨物	オ タ ワ	
	動力車	コンテナ式貨物		
		コンテナ式貨物 空気柱利用衝突防止	東 海 道	東海道チューブ輸送
チューブ	真空圧	固体ゴミ	ストックホルム ディズニーワールド ウェストミンスターカウンティ ミュンヘン グルノーブル	セントラルスークシステム
	トウベアー	パレット式貨物等	東京等の都市内	無人配送システム(ラクタン)
	圧縮空気	特殊貨車	ヒューズトン	TUBEXPRESS
コンテナ式貨物 地区センターから各戸へ				家庭用品の全自動配送システム
地 下 道	電池式トロリーバス	主配給センターから地区センターへ		

いて、なんらかの手をうつことが緊急の問題である。

1章で述べた新都市交通機関の中には、物の輸送にも利用できるものが少なくないが、本章では物の輸送に関する新交通システムと見なしうる、いくつかのシステムについて述べることにする。

OECD においては、1968 年から運輸諮問グループを中心として都市交通の革新を進める上での問題点と、その解決のための方策が検討されており、1970 年 4 月、「都市の新しい貨物輸送について」というテーマで研究発表が行なわれた。

その中で、トラックの夜間配送について行なった、ロンドンのムーン・ドロップ作戦の実験、配送時間の再計画についてのパリでの検討のほか、鉄道・道路のターミナルの増強、地下鉄による貨物夜間配送などが検討されている。また、貨物輸送の技術革新として、各種の新システムが検討され、また一部のものは、すでに実行されているものが発表された。

わが国でも、国鉄、運輸経済研究センター等で、新貨物輸送システムについての検討がなされており、また、1972 年 5 月、ワシントンで行なわれた TRANSPORT '72 でも、一、二の新システムが展示された。

これらにあらわれた新貨物輸送システムを表—12 にまとめてみた。

わが国において今後の研究の中心となると思われるベルトコンベア輸送とチューブ輸送とについて、それぞれの特色として次のことがあげられている。

(1) ベルトコンベア方式

- ① 大量輸送が可能であること。
- ② 輸送費が低廉であること。
- ③ 人手を要せず省力的であること。
- ④ 輸送トン数当りの設備費が安いこと。
- ⑤ 命数が長く運転維持費が安いこと。
- ⑥ 公害と事故がほとんどないこと。

- ⑦ 積込みと荷おろしが容易に自動化できること。
- ⑧ 輸送時間が正確であること。
- ⑨ 天候に左右されず正確な輸送ができること。
- ⑩ コンピューターシステム制御が容易であること。

(2) チューブ輸送方式

- ① 経済的に大量の貨物を輸送でき需要の波動性に対応できること。
- ② 時間的速応性があるように、端末の戸口輸送と機敏な協調がとれること。
- ③ 速達性のあること。
- ④ 省力化システムであること。
- ⑤ 輸送の障害が発生しないこと。
- ⑥ 無公害方式であること。
- ⑦ 天候に左右されず正確な輸送ができること。

これらの新しい輸送システムについての検討は、まだ緒についたばかりであり、定量的な評価により比較することはできない段階であるが、緊急に解明されるべき事柄である。

参 考 文 献

- 1) 運輸技術審議会：新交通システムの技術評価およびその開発方策に関する中間報告，1971 年 12 月。
- 2) 運輸経済研究センター：大規模ニュータウン交通計画調査報告書，1971 年 3 月。
- 3) 運輸経済研究センター：大規模ニュータウン建設計画調査報告書（交通計画），1972 年 3 月。
- 4) 東工大社会工学科：交通施設投資順位についてのシステム的研究，1971 年 3 月および 1972 年 3 月。
- 5) 菅原・宮田：新設交通機関の選択についての研究，第 8 回鉄道におけるサイバネチックス利用国内シンポジウム論文集，1971 年 9 月。
- 6) 菅原・白取：新都市交通機関の評価に関する一考察，土木学会第 27 回年次学術講演会講演概要集，1972 年 10 月。
- 7) 労働科学研究所：労働衛生ハンドブック。
- 8) 永光洋一：貨物輸送の新交通システム，トラック，1972 年 4 月。
- 9) OECD 編：都市の新しい貨物輸送，運輸経済研究センター，1971 年 4 月。

第 27 回年次学術講演会（九州大学）講演概要集

昭和 47 年 10 月 20 日～22 日まで、九州大学で行なわれた標記講演会の講演概要集の残部がありますので希望者はお申込み下さい。

部 門	内 容	題 数	ページ数	頒 価
1	応力・構造・橋梁など	284	878	2 000 円 (〒 200 円)
2	水理・水文・河川・港湾・海岸・発電・衛生など	270	780	1 900 円 (〒 200 円)
3	土質・基礎・岩盤など	187	624	1 300 円 (〒 200 円)
4	道路・鉄道・交通・都市計画・測量など	140	378	1 000 円 (〒 170 円)
5	材料・施工法・コンクリートなど	145	412	1 100 円 (〒 170 円)
合計		1 026	3 072	7 300 円 (〒 600 円)

なお第 26 回（前回分で東北工大で開催）講演概要集の残部もあります。1 セット 5 600 円 (〒 600 円) で分売もいたします（部門・内容とも 27 回と同じ）。