

## 需要に応じた輸送システムの調査 \*

The Study of Transit Systems to Meet Transport Demand

千代 雄二 \*\* 齊藤 浩司 \*\*\*  
Yuji CHISHIRO Hiroshi SAITOH

鹿島 隆 \*\* 生駒 未年馬 \*\*\*\*  
Takashi KASHIMA Minema IKOMA

In recent years, various new transport systems have been developed in many parts of the world in diversified manners, and they are playing a major role in such fields as urban transport and transport within airports.

For these new modes of transport, appropriate systems with necessary transport capacity have been selected in order to provide public transport services that suit the transport demand. In this study, we have investigated and analyzed what measures were taken, in introducing these new transport system, to evaluate the items of their selection criteria, such as demand forecast and construction cost.

### 1. はじめに

都市部の公共交通は、地下鉄の大量輸送機関と路面電車やバスの少量輸送機関に代表されるが、近年の都市交通では道路交通混雑の激化、交通事故の増加等の環境の悪化とともに路面公共交通の輸送量が低下し経営を圧迫している。

このため混雑緩和や環境整備とともに交通サービスの向上を図る目的で新しい輸送システムの整備が推進され、形式は多種多様にわたり都市はもとより空港アクセス等の主要な交通機関となっている。

我国では、地下鉄とバスの中間的な輸送量の交通機関に都市モノレールや中量軌道輸送システム（新交通システム）を導入している。また、リニアメトロは従来の地下鉄建設費の低減化等を図る目的で建設運営している。

これら交通機関は、そこで発生する交通需要に応じた公共輸送サービスを行うため、地域性や輸送量の諸条件を踏まえ建設費等を含めて総合評価し、それぞれのシステムを導入しているものと思われる。

従って本研究では、各システムにおける交通需要をはじめ、輸送量や輸送力の評価のみならず建設費・営業収益・営業費や営業に係わる現業職員・保有車両および車両費を数値分析することによって、輸送量に見合う適切な輸送システムを明らかにするとともに、今後の新しいモビリティニーズに対応できる「システム選択の指標」の基礎資料とすることを目指した。

---

\* キーワード 鉄道計画 都市交通 輸送システム

\*\* 正員 日本鉄道建設公団 関東支社調査課  
(102 東京都千代田区麹町4-2)

\*\*\* 正員 日本鉄道建設公団 関東支社調査課長  
(同 上)

\*\*\*\* 正員 海外鉄道技術協力協会 主任調査役  
(113 東京都文京区本郷4-8)

## 2. 調査

### (1) 対象システム

鉄軌道系の交通機関を対象に、地下鉄（リニアメトロおよびタイヤ方式を含む）・都市モノレール・新交通システム並びに路面電車を含めた通勤通学路線とし遊園地等の路線は除外した。また、海外の交通機関ではモノレール・新交通システムおよびLRT (Light Rail Transit)を調査した。

なお、各交通機関の分類はシステム別とし、次のA～Fグループにすることとした。

A：国内・地下鉄（9路線・12区間）

B：国内・モノレール（6路線・10区間）

C：国内・新交通システム（11路線・12区間）

D：国内・路面電車（8路線）

E：海外・新交通システム／地下鉄（8路線）

F：海外・LRT (Light Rail Transit, 8 路線)

### (2) 建設費

建設費は、用地・土木・建築・電気施設、車両および車両基地等の費用を含めた総建設費を対象に路線延長1km当たりとし、営業線は完成金額、工事中の路線では計画建設費を適用した。

なお、古くから開業している路線はデフレーター等により金額を補正している。また、海外の交通機関の総建設費は完成年度のドル為替レートにより換算した。

### (3) 輸送量

旅客輸送のうち需要予測輸送量（人／日）は、各交通機関の計画策定における開業初年度の予測輸送量である。なお、現状の輸送量（人／日）や輸送力（人／時）は平成2年度の輸送実績である。

### (4) 運営等

交通機関の運営は、運賃収入等の営業収益と旅客を輸送するための運行経費等の営業費である。

営業費には施設・車両等の保守費、運送費、諸税・減価償却費等があり、この外に現業職員や保有車両（車両費）等の経費も含まれている。

### (5) 分析方法

都市交通における適切な輸送システムを考えてみると、交通需要に見合う建設費（設備投資）は輸送量との対比が重要と考えられる。

従って、需要予測輸送量（人／日）を基準値に現状の輸送量（人／日）に対して総建設費をはじめ経

営に係わる収支についても評価することとした。

営業費のうち細目対象は、現業職員や保有車両とし、車両では定員および車両費についても同様に相関関係について分析する。

なお、海外の交通機関は国情の違いから詳細な分析は実施せず、国内の交通機関との比較に供することとした。

## 3. 分析

### (1) 建設費

#### a) 建設費の現状

建設費の比較は、「路線延長1km当たり」の原単位を用いる方法が一般的と思われるが、最近の地下鉄工事では物騰による用地費の上昇、地下埋設物差等による難工事の増加、公害防止等環境対策費の増加等の地域的要因から年々建設費が高騰し、昭和55年に部分開業した営団地下鉄有楽町線では路線延長1km当り100億円を越えている。その後、都営12号線（練馬～光が丘間）や札幌地下鉄東豊線（栄町～豊水すすきの間）では更に高くなり、約300億円にも届く建設費になっている。

一方、都市モノレールや新交通システムでは道路内（軌道法）に建設していることから本線敷の用地取得等の諸問題も少なく、その分安価な建設費となり、おおむね1km当り70～130億円である。

従って1km当たりの比較では、建設費が「高い・安い」という結果となる。また、建設費の内訳を個々に比較する方法も考えられるが、各路線が持つ地域性や高架および地下構造等の違いのため、それぞれの評価は異なり、その差異は大きくなっている。

このことから、前項で述べたとおり輸送量との分析評価方法とすることにした。

#### b) 需要予測輸送量・輸送量（実績）

建設費（億円／km）と需要予測輸送量との関係は図－1に示している。

需要予測輸送量に対し建設費との相関関係は、国内交通機関を対象にした回帰線はY1となる。

この分析から、輸送システムの建設費を大別すると近年の地下鉄では150～300億円／km、都市モノレールや新交通システムでは40～150億円／kmの範囲になる。また、需要予測輸送量から分類すると、地下鉄の20万～100万人／日に対し都市モノレール

では5万～15万人／日であり、新交通システムは1万～10万人／日の範囲となる。

一方営業線では、地下鉄の8万～130万人／日、都市モノレールは5万～13万人／日、新交通システムでは1万～6万人／日の輸送量（平成2年度実績）であり、図-1に示す輸送実績と建設費との回帰線はY11となる。

従って、需要予測輸送量や現状の輸送量との関係から輸送システムの境界は、地下鉄と都市モノレールは10万～20万人／日、都市モノレールと新交通システムでは6万～8万人／日の付近である。また、建設費では地下鉄と都市モノレール・新交通システムとの境界は100～150億円／kmの範囲になる。

なお、路面電車（国内）や海外のLRTは1万～8万人／日の輸送実績がある。

### C) 輸送力・輸送人員（実績）

現状の輸送力（定員100%）は、地下鉄の1列車当たり400～1,600人・8千人～4万人／時の輸送力がある。これに対して都市モノレールでは1列車当たり150～600人・1千～1万人／時、新交通システムは1列車当たり150～400人・1千～4千人／時の輸送力となっている。

営業線におけるピーク時の輸送人員（人／時）は地下鉄の2千人～6万人／時に対して都市モノレールはやや少なく1,000人～9,000人／時、新交通システムでは500人～5,000人／時と更に少なくなっている。（図-2参照）

このことから、地下鉄は輸送力を上回る輸送人員でありピーク時の輸送が限界（混雑率が高い）に近く、都市モノレールや新交通システムでは輸送力を下回る輸送人員の路線もあって輸送力に余裕（混雑率は低い）がある。

さて、これらを踏まえ建設費との関係を図-3に示しているが、前述のとおり輸送力と輸送人員（人／時）とに落差があるため、それぞれの最大値を対象にすると回帰線はY15になる。

従って、輸送力や現状の輸送人員との関係から輸送システムは、地下鉄2千～6万人／時、都市モノレール1,000～9,000人／時となり、新交通システムはやや低く500～5,000人／時に分担される。

なお、建設費は地下鉄150～300億円／km、都市モノレールや新交通システムでは40～150億円／km

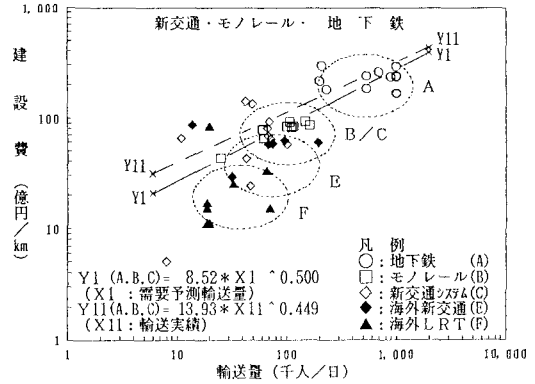


図-1 建設費／需要予測輸送量

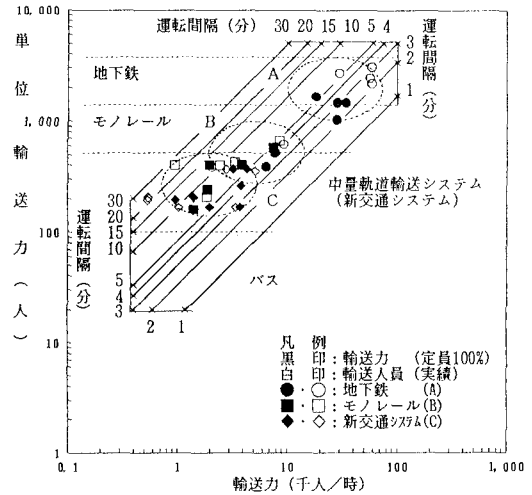


図-2 単位輸送力／運転間隔／輸送力

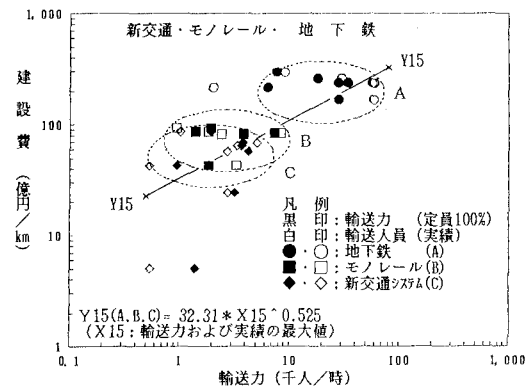


図-3 建設費／輸送力

となり、需要予測輸送量で求めた評価とほぼ同様な傾向になっている。

## (2) 運営等

### a) 営業収益・営業費

乗客1名当りの営業収益(平成2年度)と輸送量との関係は、図-4の回帰線Y21に示している。

この1名当りの営業収益は、運賃(距離制並びに均一制等)と広告等の雑収入であり、当該年度の総収入を総輸送量で除算した値である。

システム別の営業収益は、地下鉄80～150円/人都市モノレールや新交通システムでは90～240円/人、路面電車は90～160円/人となっている。

一方営業費は、営業収益と同様に総支出を総輸送量で除算した値(乗客1名当り)を適用し図-4の回帰線Y31に示している。

システム別の営業費は、地下鉄60～130円/人の範囲が多いが、最近開業した地下鉄では400円/人の路線もある。また、都市モノレールや新交通システムは120～280円/人であり、路面電車では80～200円/人の範囲となっている。

従って、Y21(営業収益)に比べてY31(営業費)は上廻り、経営に悪影響を与えている。これは需要予測輸送量より輸送量(実績)が少ないことが要因として挙げられる。

このことから、現状の輸送量を需要予測輸送量と同じ輸送量とした場合の営業費を査定すると回帰線はY3となり、Y21(営業収益)を下廻ることによって経営は好転するものと思われる。

### b) 現業職員

現業職員は、駅職員・運転手および車掌等の列車運行に係わる主要な要員であり、各システムの運行方式(ワンマン運転や無人運転等)によって配置が異なっている。

図-5は輸送量(人/日)と現業職員配置との関係を示しているが、現状の輸送量の回帰線Y41に対し需要予測輸送量ではY4となる。

### c) 保有車両

輸送量(人/日)と保有車両との関係は図-6の回帰線Y51・Y5となり、現業職員の分析とほぼ同様な傾向を示している。

### d) 車両定員

車両定員は、開業時の需要予測輸送量やその後の

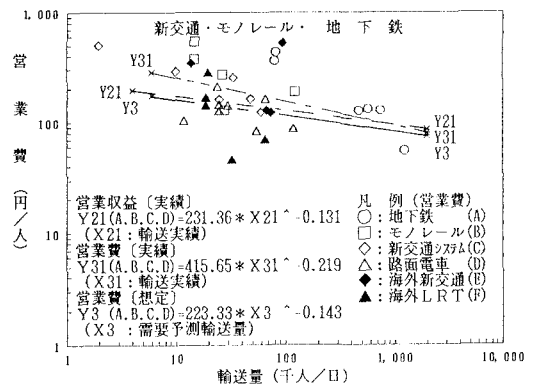


図-4 営業費/輸送量(実績)

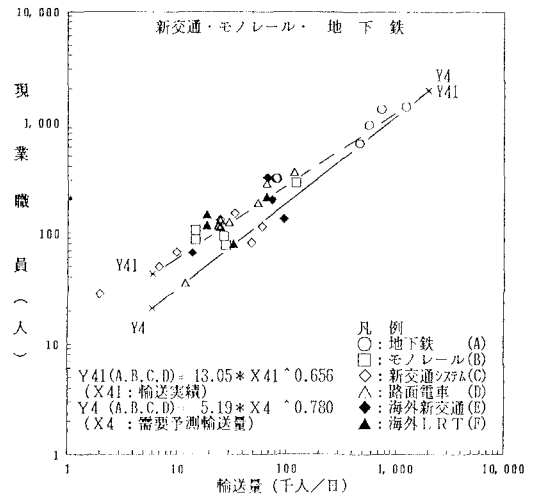


図-5 現業職員/輸送量(実績)

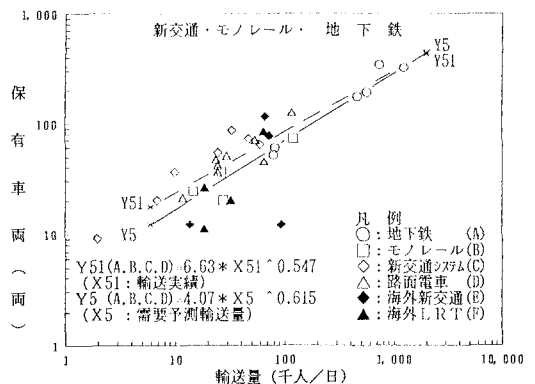


図-6 保有車両/輸送量(実績)

増加輸送量（輸送力）に見合う車両容量と列車編成を考慮して計画している。車両定員と需要予測との関係を図-7に示すと回帰線はX6となる。

なお、地下鉄の定員は100～150名／両（列車編成8～10両）、都市モノレールの定員は80～105名／両（列車編成4～6両）の輸送力を有している。また、新交通システムでは定員40～70名／両（列車編成4～6両）と前者と比べて少ない輸送力になっている。

#### e) 車両費

車両費は、前項の車両定員や列車編成および購入台数によって価格が異なっている。

図-8（A図）は1両当りの車両費を示しているが、地下鉄と都市モノレールの115百万～170百万円／両に対して新交通システムでは47百万～74百万円／両の価格であり、後者は安価な車両費となっている。しかし、輸送力（人／時）並びに輸送量（人／日）に見合う車両容量（定員）について考慮すると1台当りの価格では不適切な評価と思われる。

従って、図-8（B図）では需要予測輸送量（人／日）に対する定員1名当りの車両費について分析すると回帰線Y8は横這いの傾向を示している。定員1名当りでは100～160万円／名となり、輸送システム別による差はあまり見受けられない。

### 4. まとめ

#### (1) 分析結果

今回の研究によって、都市交通システムの交通需要（人／日）と建設費や営業費等の関係を回帰線として表すことができた。この回帰線はバラツキの大きな数値の平均値であるため、輸送システム選択指標の基礎指数として利用するには更に深度化をする必要があるが、調査業務等において短時間に概略の輸送力に応じたシステムの選定、建設費、営業費現業職員数および車両数を算出する場合には非常に便利なものと考えられる。また、これらの研究を通じて以下のとおり解ってきた。

#### a) 輸送分担

需要予測輸送量や現状の輸送量並びにピーク時の輸送力から、それぞれの輸送システム別の建設費および輸送分担範囲が想定できる。

その内容は、輸送量15万～25万人／日の範囲（輸

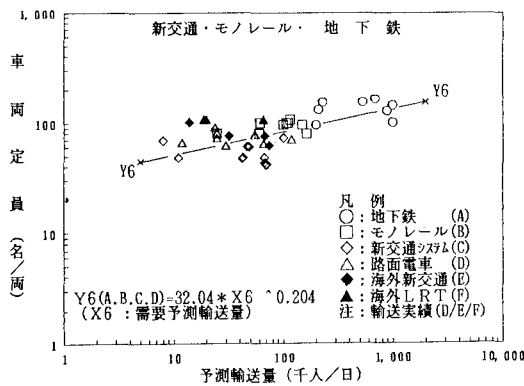


図-7 車両定員／需要予測輸送量

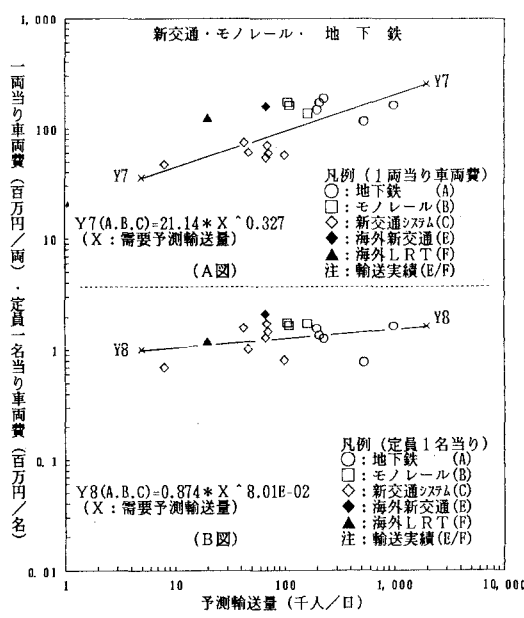


図-8 車両費／需要予測輸送量

送力では1万～2万人／時は地下鉄と都市モノレールが競合し、それ以上の輸送量では地下鉄が優位になってくる。

なお、輸送量15万人／日前後では地域性や輸送量の諸条件を踏まえてミニ地下鉄やモノレール等のシステムとなるだろう。

これに対して輸送量5万人／日以下の範囲（輸送力では1千～5千人／時）には都市モノレール、新交通システム、路面電車（国内）および海外のLRTを含めたシステムが競合している。

#### b) 営業費

乗客1人当りの営業費（平成2年度実績）は、需要予測輸送量に見合う駅設備、現業職員および車両等の諸設備を配置しているため輸送量によって運営コストは大きく影響を受けている。

#### （2）今後の課題

この研究では、輸送量と建設費等との関係から輸送システムを見い出してきたが、現状の輸送量と需要予測輸送量とに輸送落差が大きく生じている交通機関も見受けられる。

従って、施設計画の初期投資や将来の輸送量増加を考慮した設備投資等を含め、輸送量に見合うシステムの利便性・経済性・景観および環境等といった観点からも更に研究を深め、多様化するモビリティニーズに対応したいと考えている。

最後に、この調査研究に当って多くの方々に御協力いただき、ここに、紙面を借りて厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

- （1）平成2年度鉄道統計年報  
（政府資料普及調査会）
- （2）平成4年度版都市交通年報  
（運輸経済研究センター）
- （3）鉄道システム輸出に関する研究報告  
（日本鉄道車両輸出組合）
- （4）都市モノレール建設費の低廉化研究  
（日本モノレール協会）
- （5）新交通システム資料  
（日本交通計画協会）
- （6）米国の交通  
（JARTS）