

東京の地下鉄にみる路線計画思想史のデータ分析

Historical Analysis of the Standpoint in Planning the Tokyo Metropolitan Subway Lines

下大 藺 浩*, 家田 仁**, 池内 光介***

By Hiroshi SHIMOOZONO, Hitoshi IEDA and Kosuke IKEUCHI

Now subway is operated in many cities in the world, but the details, for example the distance between adjacent stations and the depth of the platform, et c., are different between these cities. In this study, the authors assume that the difference of the standpoint in planning the subway lines causes these differences of details. As regards the Tokyo metropolitan subway lines, this study tries to make the changes of the standpoint clear. In this analysis the authors make the model about the variables which the planner can determine and adopt this model to 10 Tokyo metropolitan subway lines. As a result, though the details are divided into two major groups, the authors come to the conclusion to the standpoint has not been change.

1.はじめに

現在、地下鉄は都市における大量高速交通機関として世界各都市で導入が進んでいる。わが国でも全国9都市で導入されているが、なかでも東京は地下鉄各路線が複雑な路線網を形成し、巨大なネットワークとして機能している。

東京の地下鉄の歴史を振り返ると、ロンドンに遅れること約65年の1927年に現在の銀座線の浅草～上野間が開業した。以後戦争による中断があったものの、約65年にわたって建設が続き、これまで12路線延長200km以上のネットワークが形成された。

東京の地下鉄は現在もお新線建設が続いているが、この間に地下鉄建設に関する技術がめざましい

進歩を遂げた結果、現在建設される路線はかつての路線と比較すると深度や構造などにかなりの相違点を見いだすことができる。また、東京の地下鉄と他都市のものとの比較を行なうと、同じ地下鉄とはいえ駅間距離などの相違点は数多い。これらの事項から、地下鉄の概念、すなわち計画思想は都市や時代によって根本的に異なっていると考えることができる。

本研究では、東京の地下鉄各路線が建設された年代によってどのような相違点をもっているかを把握し、この65年間、東京の地下鉄の計画思想に変化があったかどうかを明らかにする。

2.路線計画と計画思想

(1) 地下鉄路線の計画過程

日本の地下鉄は戦前は民間の手によって建設が行なわれた。現在の銀座線の前身である東京地下鉄道および東京高速鉄道は民間の鉄道会社であり、地上の鉄道と同様、鉄道会社が申請する路線計画に対して国が免許を与えるという形で整備が行なわれた。

しかし、戦時中に東京の地下鉄が帝都高速度交通

キーワード：地下鉄、路線計画、計画思想

* 学生会員 東京大学大学院修士課程

東京大学工学部土木工学科 交通研究室

(〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

** 正会員 工博 東京大学助教授

*** 正会員 工修 東京都

営団に一元化されると、以後地下鉄は公的な企業体が主体となって整備が進められるようになった。これまで東京の地下鉄に関する基本的な路線計画の策定者は内務省、戦災復興院、東京都、都市交通審議会と変わってきたが、基本的に国レベルで決定がなされており、現在も運輸省の諮問機関である運輸政策審議会によって整備計画の策定が行なわれている。

もっとも、国レベルで策定される整備計画には計画実施の目標年次と路線の大まかな起終点、通過地が記されているのみで、具体的な路線の規格や駅位置などは記されていない。具体的な路線計画は輸送需要や採算性を考慮した上で各事業体が行なうことになっており、路線計画にはいくつかの段階が存在するといえる。

図-1は地下鉄の路線計画の流れを示したものである。まず、政府制定の路線網計画が策定され、それに基づいてより詳細な路線計画が策定される。詳細な路線計画といってもすべてを同時に決定することはできず、まず需要と採算性から路線の規格を決定（路線規格計画）し、その後具体的な線形や駅位置を決定（路線詳細計画）する。このように、路線計画は3つの段階を経て具体化する。

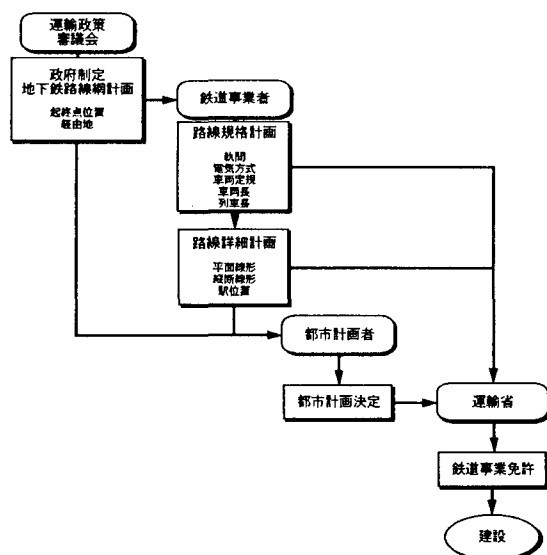


図-1 地下鉄路線計画の流れ

(2) 計画思想の工学的定義

地下鉄に限らず、社会基盤施設を整備する際にはその事業によって直接的、間接的にもたらされるプ

ラスの効果やマイナスの効果など、数多くの項目を考慮に入れる必要がある。当然、プラスの効果が最大限発揮され、マイナスの効果は全くあらわれない計画が理想的な計画なのだが、いかなる計画においてもプラスとマイナスの効果は並存し、すべての項目にわたって理想的な状態を達成することはできない。したがって事業を実施する際にはいずれかの項目は理想を追求する一方で、他の項目は理想的な状態にならないまま妥協するという判断が不可欠になる。

実際にこのような判断は事業の計画者によってなされる。しかし、計画者は常に同一人物ではないし、地下鉄のように長期にわたって建設される施設は、経済・社会状況の変化などに対応して地下鉄に求められる役割が変化する。その結果どの項目を重視するかといった計画者の考えに変化が生じて計画自体に変化がもたらされる。

このように、全ての事業には考慮に入れるべき項目が数多く存在する。その項目は同種の事業に関しては基本的に共通である。これをある事業を計画する際の評価項目と定義する。

これらの評価項目に関して目標とする状況は計画者によって異なり、この相違が事業計画に大きな影響を与えようと考えられる。そこで、各評価項目に関して各計画が目標とする状態の集合を計画思想と定義する。つまり、計画思想とは事業実施に際して基本的に存在する評価項目を事業計画者がどのように重み付けしたか、その結果を表しているといえることができる。

3. 路線詳細計画

これまで、地下鉄の路線計画に関する研究は審議会等が出された路線網計画に関して計画の特徴をまとめたもの¹⁾が存在するのみである。そこで、本研究では単に史実のみでなく、現在の地下鉄の構造物に建設当時の計画思想が包含されているという立場から現在の地下鉄に関するデータを分析し、路線詳細計画の段階における計画思想が時代とともにどのように変化してきたかを東京の地下鉄に関して明らかにする。

(1) 政策変数の定義

地下鉄路線を計画する場合、計画者が決定すべき

変数は表－2に示すとおりである。しかし、これらのうち、軌間や車両定規、電気・信号方式、ホーム長は路線の規格に関するものであり、駅位置や線形を決定する段階では前提条件として与えられるものである。また、車両長、編成長は実際にその路線が営業を開始したあとで操作可能な変数であり、駅位置や線形を決める段階で決定すべき項目ではない。つまり、路線詳細計画で操作可能な変数は1.平面線形、2.縦断線形、3.駅位置の3つであり、これを路線詳細計画における政策項目と定義する。

(2) 路線計画における評価項目

実際の路線計画では、考慮すべき制約条件が数多く存在する。したがって数値的に最適な案を導くことは不可能であり、基本的には計画者が各政策項目

を考慮していくつもの代替案を作成し、それを評価するという手続きをへて最も良い計画案が採用される。この代替案の評価に際しては各時代に共通の評価項目が存在し、計画の評価はその時の計画者の計

表－3 路線計画における制約条件

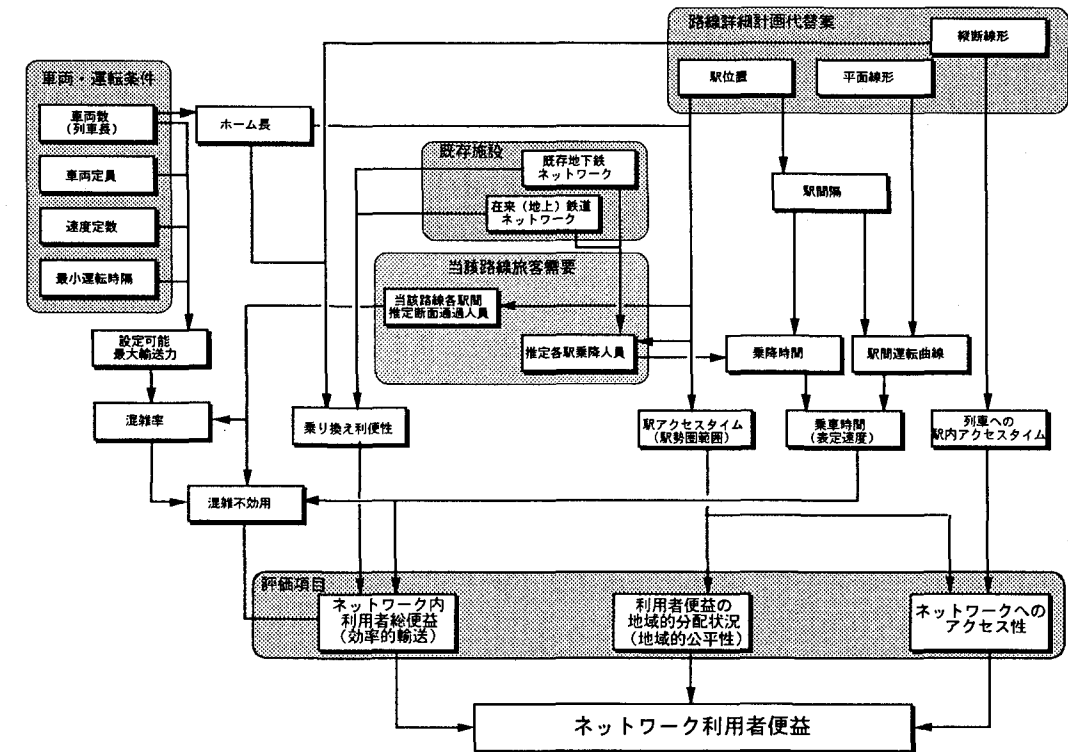
・既存施設
地下構造物／既存地下鉄／地上鉄道／街路／公園
・車両および運転条件
速度定数／最小運転時隔／車両定員／車両数
・技術的背景
勾配制約
・経済的背景
価格体系／景気動向
・公的セクターの政策
財政政策／国土都市政策／交通運輸政策／各種施設整備計画
・各種社会制度
土地所有制度／土地税制／建設助成制度／開発・集積利益還元制度

表－2 路線計画において計画者が決定すべき項目

- ・軌間
- ・車両定規（トンネル断面）
- ・集電方式、電気方式、信号方式
- ・車両長、編成長
- ・平面線形（曲線位置、曲線半径等）
- ・縦断線形（勾配、土被り、駅深度等）
- ・駅位置

表－4 路線計画における評価要素および評価項目

- ・地下鉄ネットワーク利用者便益
- ネットワーク内利用者総便益
- 利用者便益の地域的分配状況
- ネットワークへのアクセス性
- ・経営採算性
- ・経済的効率性
- ・他計画等との整合性



図－5 ネットワーク利用者便益と各評価項目との関係

画思想に依存することは前述の通りである。

地下鉄の路線計画を評価する際の制約条件には次のようなものが考えられる（表－3）。これらの制約条件は複雑に絡み合っ

て評価項表（表－4）に影響し、最終的には政策変数の決定に影響を及ぼす。

図－5は路線詳細計画に関する政策項目がネットワーク利用者総便益に関する各評価項目とどのような関係にあるかを示したフロー図である。これを見ると、同一の政策変数が複数の評価項目に影響を及ぼしていることが分かる。これは、同じ政策変数がプラスとマイナスの双方に影響する場合があることを示しており、路線詳細計画での計画思想においてネットワークの効率的輸送や地域的公平性、アクセシビリティがかなり重要な位置を占めることが分かる。

4. 路線詳細計画における計画思想の分析

(1) 分析モデル

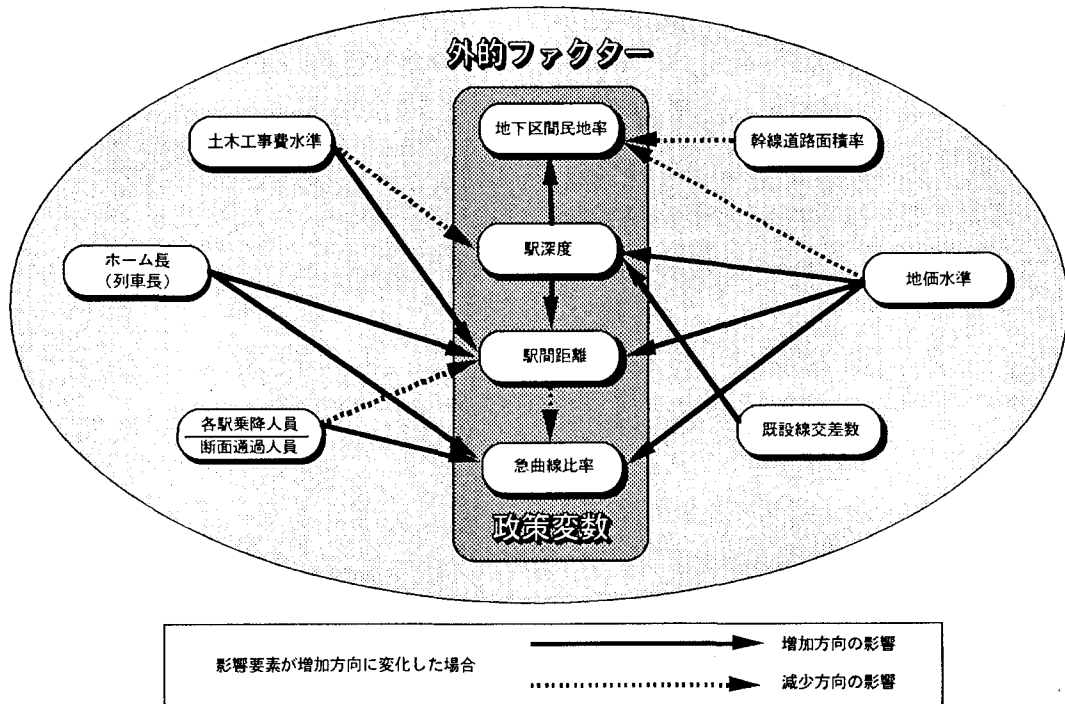
東京の地下鉄各路線の路線詳細計画における計画思想にどのような差異があるかを把握するため、分析モデルを構築した。その概念図が図－6である。分析に際しては前述の3つの政策項目をあらわす値として1.駅間距離、2.駅深度、3.急曲線比率(曲線半径

300m以下)、4.地下区間民地率（民地下通過延長の地下区間に対する割合）の4つを取り、これらの各値に影響を及ぼす外部ファクターとの関連を調べ、このモデルの適合性を各路線に関して確認することで計画思想の変化を検証した。

なお、外部ファクターには需要構造を表す値として1.各駅の乗降人員を断面通過人員で除した値、路線規格の定数として2.ホーム長、さらに投資額に影響を与える土木工事費と地価が全体的な物価に対して割高か割安かを表す3.土木工事費水準、4.地価水準、建設上の制約条件として5.幹線道路面積率と6.既設線交差数を挙げた。

また、各政策変数ごとに分子にプラスの効果のファクター、分母にマイナスの効果のファクターを置いた影響因子を定義し、各政策変数と影響因子との関係をグラフにプロットすることで計画思想の変化を把握するという方法をとった。

次節以降に分析結果をまとめる。なお、紙面の関係から各政策変数と影響因子との関係に関する分析結果のみをまとめ、モデルの検証に関する詳細は割愛させていただく。



図－6 計画思想分析モデルの概念図

(2)分析結果

a)駅深度

駅深度と影響因子との関係を示したグラフが図-7である。各線の平均駅深度は影響因子と直線的な関係にあり、一貫した計画思想のもとに建設されてきたことが分かる。これは、駅深度が既設線交差の影響を大きく受けているためであり、基本的には建設費を安くあげ、ネットワークへのアクセス性を高めるために可能な限り浅い位置に路線を建設しようという計画思想があることが読み取れる。

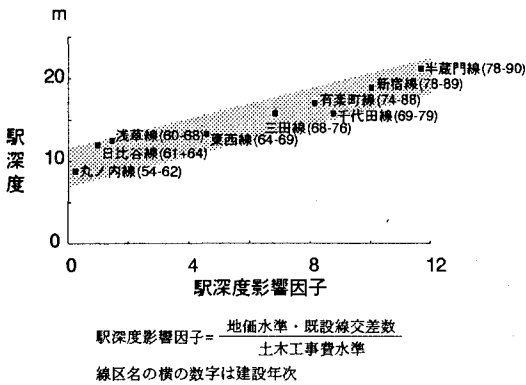


図-7 駅深度と影響因子との関係

b)駅間距離

駅間距離と影響因子との関係を示したグラフが図-8である。各線の平均駅間距離は1965年頃を境に若干のギャップがあるものの基本的には影響因子と直線的な関係にあることが分かる。しかし、東西線と都営三田線に関してはこの直線的な関係からはずれた位置に値が存在し、他の各線と計画思想に差異があることも分かる。

これは、東西線は西船橋に向かう郊外部で比較的駅間距離を長くして所要時間を短縮し、総武線の混雑救済の効果をあげようという目的を持っていること、一方で三田線は両端とも郊外私鉄に直通せず、特に高島平の団地付近で短い駅間距離を設定して路線へのアクセスを重視していることがあらわれた結果である。つまり、東西線はアクセス性よりも高速性を重視し、三田線は高速性よりもアクセス性を重視した計画思想の結果がここにあらわれていると言える。しかし、都心部を見る限り両線とも他線との差異は大きくなく、基本的には同じ計画思想のもと

に設計されてきたことが分かる。

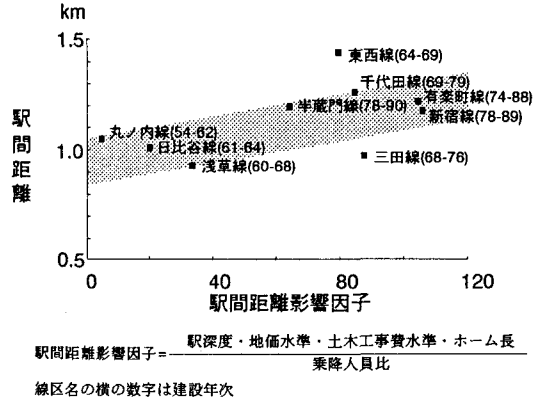


図-8 駅間距離と影響因子との関係

c)急曲線比率

図-9は急曲線比率と影響因子との関係を示した図である。急曲線比率は1965年頃を境に大きく低下し、計画思想もこの時期を境に大きく2つに分けられる。前項の駅間距離に関しても1965年にギャップが見受けられたが、1965年というのは社会的には高度経済成長の時期と一致し、東京の地下鉄路線網計画に関しては需要の急増と通勤圏域の拡大を受けて計画路線が大幅に拡充された時期である。東京の地下鉄の規格が大型化したのもこの時期であり、大量の旅客を高速に運ぶという地下鉄の使命を明確化した結果であると考えることができる。

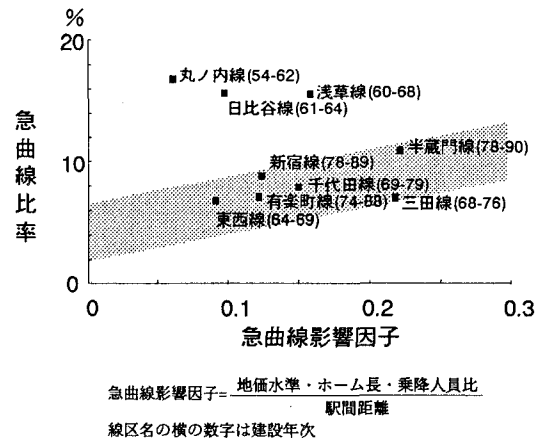


図-9 急曲線比率と影響因子との関係

d)地下区間民地率

地下区間民地率と影響因子との関係を図-10に示す。これを見ると有楽町線、千代田線、都営新宿線の民地率が他線に比べて高くなっている。これはいずれも郊外部の幹線道路が整備されていない区間で地下鉄の民地下通過率が大きくなっているためである。これら3線も都心区間のみを比較すると他線との差異は小さくなり、これらの区間は道路整備よりも先に鉄道整備を行なって交通不便地域の解消を狙っていると考えることができる。したがって、民地下を通過するか否かについても基本的には同じ計画思想のもとに決定されてきたことが分かる。

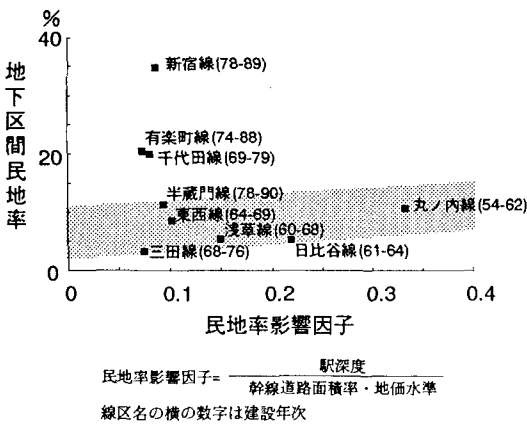


図-10 地下区間民地率と影響因子との関係

5.まとめ

今回の研究によって、駅深度が既設線交差という制約条件に大きく影響を受け、駅間距離は乗降人員比やホーム長、さらには駅深度の影響を受けるといった東京の地下鉄の各政策変数と外部ファクターとの関係を明らかにした。また、急曲線比率が駅間距離の増大にともなって低下し、地下区間民地率が駅深度とともに上昇するといった各政策変数相互の関係も明らかになり、仮定した分析モデルが妥当なものであることが検証できた。

さらに、前項までに示した分析の結果を総合的に見てみると、図-9や図-10に見られるように東京の地下鉄は高度経済性長に伴う路線網拡充が行われた1965年頃を境に駅間距離、駅深度、ホーム長、車両長にギャップが存在し、大きく2つのグループに分けられる一方で各政策変数と影響因子との関係を

見る限り、この変化も一連の計画思想に沿っていることが分かった。

つまり、東京の地下鉄は想定需要の大型化に伴う路線規格の大型化はあったものの、現在までに建設された各路線は同一の計画思想のもとに建設されてきたということができる。

6.おわりに

現在、東京の地下鉄は今までに建設されなかった皇居西回り路線や環状路線の建設が行なわれている。東京の地下鉄路線網を考える上では非常に重要な路線が建設されつつあるが、これらの路線に駅間距離や駅深度などの政策変数のレベルで計画思想の変化があるかどうか、今後確認すべき項目であるといえる。

また、今回の研究では東京の地下鉄のみの計画思想の確認にとどまった。今後は国内、海外他都市の地下鉄について同様の研究を行い、東京の地下鉄の計画思想が他都市との比較においてどのような位置に存在するのか明らかにする必要がある。

なお、本論文は先行した一部の研究²⁾に続いて、研究の全体をまとめたものである。研究を進めるにあたっては、八十島義之助、篠原修の両氏に貴重なご意見を賜った。また、データの収集に際しては地下鉄博物館の大塚和之氏、帝都高速度交通営団の名古屋菊夫氏、東京都交通局の渡辺民夫氏にご尽力いただいた。紙面を借りてあらためて御礼申し上げる次第です。

【参考文献】

- 1) 八十島：東京の通勤鉄道路線網計画に関する研究，土木学会論文集第371号IV-5，1986
- 2) 下大藁・家田・池内：東京の地下鉄路線計画思想（駅間距離）の変化，年次学術講演会講演概要集，1992
- 3) 地下鉄運輸50年史，帝都高速度交通営団，1981
- 4) 東京都交通局60年史，東京都交通局，1972
- 5) 営団地下鉄50年史，帝都高速度交通営団，1991他