

計量的モデルによる計画思想の史的分析 ～東京の地下鉄路線計画への適用～

東京大学工学部土木工学科 正 会 員 家 田 仁
東京大学大学院工学系研究科 学生会員 下大 蘭 浩

A Historical Analysis on Planning Policies by a Numerical Model
-An Application to the Geometric Design of Tokyo Subway Network-

By Hitoshi Ieda and Hiroshi Shimoozono

要 旨

地下鉄は都市における大量高速交通機関として世界の多くの都市で導入されているが、その詳細は地域間および建設年代間により異なる。本研究ではこれらの相違点に地下鉄路線計画の段階における計画者の考え方、すなわち計画思想が大きく影響していると考え、この変遷を東京の地下鉄を対象に特に建設年代間の相違に着目して明らかにしようと試みたものである。なお、本研究は従来の研究のように計画思想を概括的にとらえるのではなく、まず計画思想を工学的に定義し、実現された計画案の計量的なデータを時系列的に相対比較することによってその歴史的変遷を客観的に把握した。その結果、東京の地下鉄各路線は基本的に経営採算性および経済的効率性を重視しながらこれまでほぼ一貫した計画思想のもとに建設されてきたことが明らかになった。

【キーワード】計画思想、地下鉄、路線計画

1.はじめに

土木史研究の目的は各所で述べられているところではあるが、次のように整理することも可能であろう。

- [1] 土木技術や土木事業に関連した過去の事実そのものを知ること
 - [2] 文化的遺産の保存（脚注1）
 - [3] 過去の事実の発展や変化のメカニズムを明らかにすること（脚注2）
 - [4] 実験を行いにくい分野の理解のための資料を得ること（脚注3）
 - [5] 土木技術者の思想あるいは価値観を知ること
- これらのうち[5]は、現在土木事業が抱える諸問題（例えば、事業財源問題、開発利益還元、環境との調和、用地問題、...etc.）を考慮すると、今後事業計画上および実施上ますます重要な研究課題となるものと考えられるが、後述のように今日に至るまで人

物史といったアプローチ以外ほとんど取り組まれてこなかった。そこで本研究では上記目的のうち、[3]を念頭に置きながら特に[5]の目的に着目し、まず計画思想を工学的に定義するとともにその歴史的変遷を客観データから計量的に推定する方法を地下鉄路線計画を対象にして提案し、東京の地下鉄に関する具体的な分析を試みる。

注1：従来の土木史研究を振り返ると率直に言って、上記[1]、[2]の2項目が特に重視されてきたことが明らかである¹⁾。

注2：歴史の研究手法として一般に、事実の記述・記録といった側面とある種の法則性を見出そうとする側面とが並存することの重要性が古くから議論されてきたこと²⁾を考えると、[3]も今後の土木史研究の担うべき重要な課題であろう。これは[5]と密接に関連すべきものである。

注3：特に交通計画や地域計画などの分野が挙げられる。文献³⁾が典型例であろう。

2.計画思想研究の意義とその土木史研究における取り扱い

(1)歴史研究における思想の扱い

本研究では前述のように、史的時系列の合理的な理解と思想の史的プロセスへの寄与を積極的に認める立場に立っているが、その両立は研究史的には必ずしも万人が議論なしに認めてきたものではない。

歴史における理論的法則性はマルクスの唯物史観により初めて本格的に主張されたものであるが、そこでは人間の思想的なファクターは、経済的ファクターである生産プロセスとそれに基づく社会的構造によって規定されるあくまで二次的なものとされ、歴史に及ぼす寄与は積極的にはとらえられておらず⁴⁾（脚注4）、人間は自然史的な流れの中で否応なしに流されていくものとされる。

これに対して、ウェーバーは歴史における人間を自由意志をもった存在としてとらえ、歴史を動かすファクターとして「利害状況」（すなわち経済的条件）と同時に人間のもつ「理念」（Idee・思想や宗教など精神的要素）の重要性を主張し、前者が後者に影響を及ぼすばかりでなく、むしろ歴史の方向を決定する転換点では後者の寄与が大きいとしている⁵⁾。

マルクス以後の現在までの歴史を振り返った時、経済的ファクターが歴史に対して極めて重要な働きをしていると同様、人間の思想的ファクターもまた（経済的要素との相互作用はあるにしても）歴史を作る根幹的な要素であることはもはや自明のように思われる。

(2)計画思想研究の意義

土木事業は、その多くが基本的には多目的計画であり、正の効果ばかりでなく負の影響をもたらす要素も強いという特性をもつため、計画者の価値観あるいは思想が意志決定結果としての事業計画に大きく影響することになる。と同時に土木事業の多くが公的資金を用いるもので、その影響範囲が極めて大

きいことも考慮すると、計画者は自らの価値観あるいは思想について絶えず自省する必要がある。つまり計画者は自分を客観化、相対化して自覚的で責任もてる計画を行っていくことが要請される。

しかし、自らが生きる時代の中のみから自らの位置づけを客観的に理解するのは決して容易ではなく、むしろそのためには自分達の先人がどのような価値観の下に事業を進めてきたのか、そしてそれはどのように変化してきたのか歴史的に理解し、その上で自分が何者であるのか捉えていくのが有効と考えられる。

(3)土木史研究における計画思想の扱い

では土木史研究の中で計画思想はどのように取り扱われてきたのだろうか。思想及びそれに類する概念を特にとりあげている研究は限られているが、いくつかのグループに分けることが可能である。

第一のグループは取扱い対象の歴史的経緯等を通史的に述べ、定性的な概念で記述的に考察したもので論文数的には最も多い⁶⁾。ただ、これらはその個別的な事実記述という面の価値は非常に高いものの思想の科学的な分析という点では積極的意義は認められない。第二は人物史からのアプローチである⁸⁾。これらは個人の著述や経歴などからその個人の思想的傾向などを明らかにしようとするものであるが、単なる教訓主義あるいは伝統主義に陥りやすいという傾向は否めない。第三は思想を限定的に捉え、方法的にしかるべき作業概念（例えば分析視点）を用意した上で分析に取り組んでいるものである⁹⁾。ただこれらも思想の分析というよりは計画や設計上どんな「手法」が好まれたかといった段階にとどまっているように思われる。もちろんこれ以外にも生産第一主義か環境重視かといったア priori に恣意的に選ばれた思想を事象にあてはめるといったものもあるが、これらはもはや科学的分析とはいいいかねるためここでは取り上げない。

3.本研究の目的と特長

Appendix に示すように世界に地下鉄が登場してから130年を経過した現在、これまで65年もの長期的間に建設が行われてきた東京の地下鉄は12路線、200km

注4：尤もマルクス自身は、思想など精神的ファクターを経済的ファクターの絶対的に下位に置いていたわけではなく、あくまで思想に関する研究が進むまでの作業仮説として主張していたのだとされている⁶⁾。

以上の路線延長をもつ（図1）。かつては独立していた路線も後の新線開業によって他線と接続し、一つの地下鉄ネットワークとして機能するようになった。世界的にみてもニューヨーク、ロンドン、パリに次いで路線延長の長い、巨大な地下鉄ネットワークである（図2）。

この間に地下鉄建設に関する技術はめざましい進

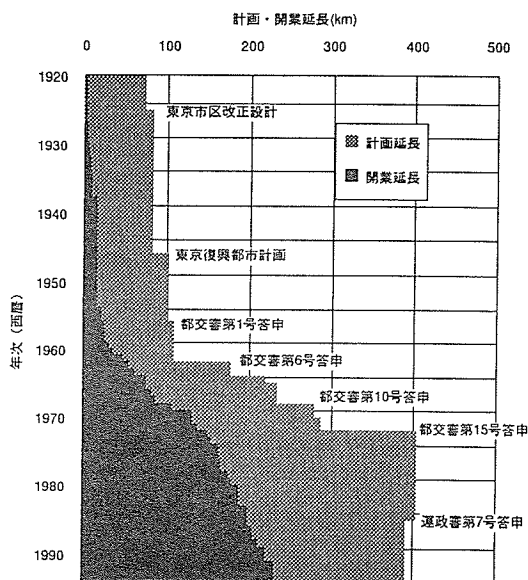


図1:東京の地下鉄路線計画延長と開業延長¹⁰⁾

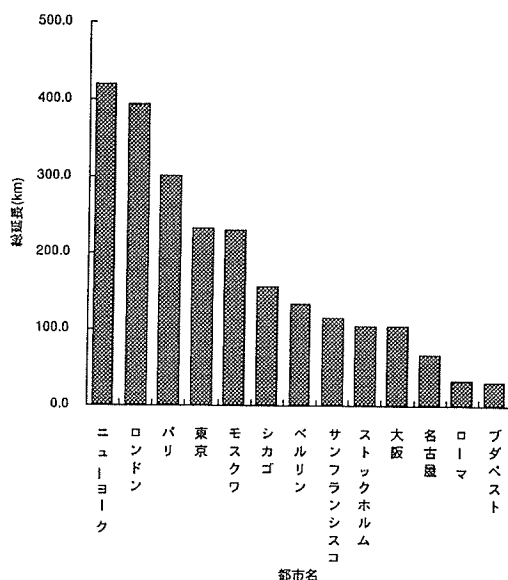


図2:世界主要都市の地下鉄路線延長¹¹⁾

歩を遂げ、地下鉄建設をとりまく状況も大きく変化した。その結果、同じ地下鉄とはいえ路線や都市による相違点は数多い。たとえば東京、大阪、名古屋といった日本の地下鉄は欧米の地下鉄に比べ駅間距離が長く、深度も都市により違いがある。東京の地下鉄にのみ着目してみても深度、駅間距離、急曲線の割合など種々の要素が路線によってかなり異なる（図3、図4）。

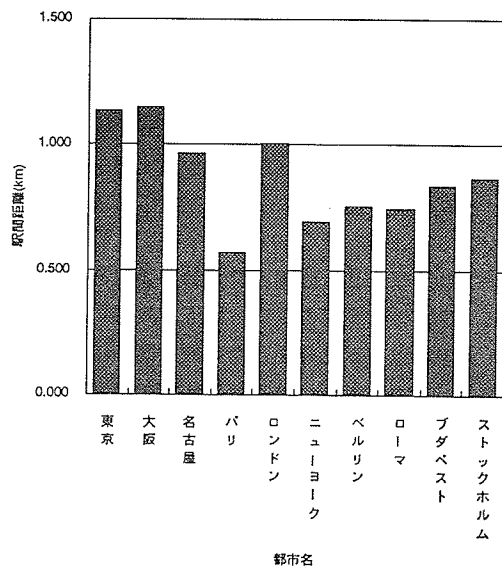


図3:世界各都市地下鉄の平均駅間距離

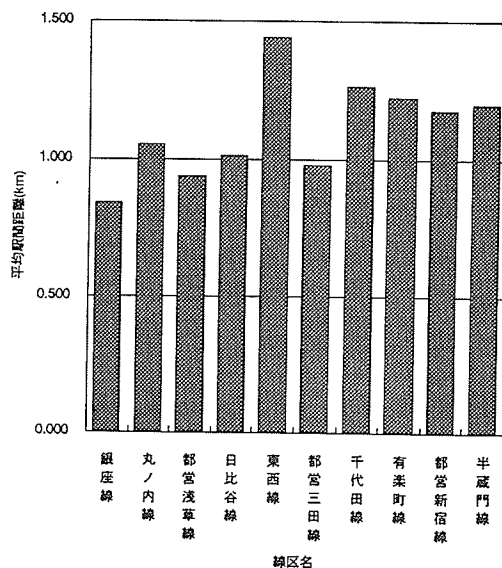


図4:東京地下鉄各線の平均駅間距離

これまで、地下鉄の建設史に関する研究は従前になされてきた路線計画と実際の路線開業を通史的にまとめ、それに著者の若干の考察を加えるという形で行われてきた¹²⁾。これらの研究は基本的に同一都市内の地下鉄の規格やルーティング（経由地選定）を含めた路線計画の相違に着目しており、これにより択一的な政策変数（軌間、集電方式、直通運転の有無など）に関する地下鉄路線間の相違点は根拠が明らかになったが、駅間距離や駅深度などの択一的でない政策変数に関しては相違の有無およびその理由を含めて必ずしも明らかにされていない。

そこで、本研究ではこれら計量的政策変数の相違が路線計画の段階で生じるものとし、計画者（群）の事業計画過程を前述のウェーバー的なシステムとして次のように考える。

まず、計画者は、計画案（計画者が決定可能な政策変数の組み合わせ）を立案－評価－決定する。もちろん実際には立案と評価が内省的に同時に行われることもあるし、あるいは複数の代替案が立案され評価を経て選択されることもあるが、両者に本質的な違いはない。そして、計画案はその実現に際して種々の効果や影響をもたらすが、それらを総合した評価を与えるのが計画者の計画思想である。これはある場合には価値観ともいえるし場合によっては美意識と考えてもよい。

しかし、多目的で長期間を要する地下鉄建設のような社会基盤施設整備ではこの計画思想が地域や時代によって異なると考えられる。この結果計画案の評価結果に相違が生じ、最終的に軌間や駅位置のように計画者が計画決定し実現される政策変数は都市や路線によって異なってくると考えられる。

なお、計画案の評価結果が計画者の計画思想に影響されるのはもちろんであるが、同時に制度や経済、技術などを含めた「社会の物質的バックグラウンド」も評価結果に影響し、あるいはまた制約条件として寄与することはいうまでもない。また、計画思想はこの「物質的バックグラウンド」と相互に関連した、宗教や人生観などといったより広い意味での「社会の精神的バックグラウンド」からも影響を受ける。

こうして決定された計画案が社会に実現されていくわけであるが、本研究では逆に実現された計画案

を分析することにより、事後的に計画思想を推定し時系列的に相対比較することによってその歴史的変遷をとらえることを試みる。つまり、一度供用した施設を大規模に改良することが困難な地下鉄においては現在完成し供用されている構造物に建設された当時の計画思想が色濃く残されているという考えに基づいて、現存する東京の地下鉄路線の駅間距離、駅深度、平面線形、縦断線形などの定量的なデータを分析することによって各路線が建設された当時の東京地下鉄の計画思想とその歴史的な変遷を明らかにする。

なお、本研究では特に次の二点に留意している。

[1]上記に基づき、あいまいにとらえられがちな「計画思想」を工学的に定義する。

[2]分析には計量的なデータの処理による客観的な方法を試みる。

4.地下鉄路線計画手続きと本研究の対象

地下鉄路線計画は大きく分けて三つの段階の手続きを経て具体化する。

まず第一は大まかな路線選定（経由地決定）の段階である。東京の場合、運輸大臣の諮問機関である運輸政策審議会が審議し、運輸大臣に答申を行うことによって策定された路線網計画がこれにあたる。過去、この路線網計画策定者は内務省、戦災復興院、東京都、都市交通審議会と代わってきた経緯はあるが、すべて国が了解したものとみなせる計画が策定されており、ここで策定される計画は政府制定計画とでも称すべきものである¹³⁾。しかし、政府制定計画には、計画実施の目標年次とともに計画路線の大まかな起終点と通過地が記されているのみであり、とるべき具体的な路線規格や駅位置、線形などの具体的な項目までは定められていない。また、計画の実施に関しては「整備することが適当であるとされた路線についても、輸送需要の動向、採算性等を十分見極めたうえでその具体化を図る必要がある」¹⁴⁾とされ、以後の各路線の具体的な計画及び実施はひとえに事業化を担当する主体（営団、都交通局）の手にかかっていると言える。

第二は路線規格決定の段階である。地下鉄事業体は前もって策定された政府制定計画を受け、自ら厳

密な需要予測を行って建設の優先順位を決定し、優先順位の高い路線は事業化可能と判断した時点で運輸省に鉄道事業免許申請を行う。そして路線の建設が決定すると、軌間や給電方式、車両断面など各種の路線規格の利点、欠点を輸送力や建設費などの観点から総合的に調査し、当該路線に最適な路線の規格が決定される。

そして第三が路線詳細計画決定の段階である。この段階ではあらかじめ決められた路線規格にしたがって具体的な駅位置や路線の平面・縦断線形などの詳細計画が決定され、この計画は都市計画決定を経たのちに建設に着手される。

もっとも、実際の計画においては路線選定が行われた時点で路線規格および路線詳細部の計画がほぼ同時にスタートする場合もあると考えられる。しかし、路線規格は一旦建設に着手した路線においては変更できないのに対し、路線詳細計画は当該路線が着工済みであっても当該区間で建設が行われていないかぎり変更が可能であり、したがって政策変数の自由度がこの2つにおいて異なるため、地下鉄路線計画は前述の3つの段階に分割できるものと考えられる。なお、本研究ではこれら3つの計画段階をそれぞれ路線網計画、路線規格計画、路線詳細計画と呼ぶ(図5)。

本研究では以上の3ステップのうち、計画者にとつ

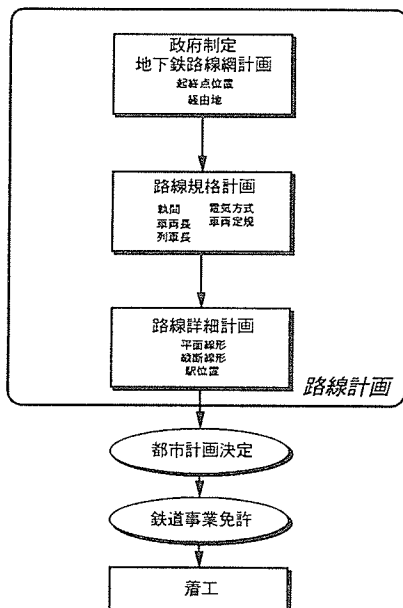


図5:日本の地下鉄路線における計画段階

て選択の幅が広く、また、計画者の裁量の程度も相対的に高い第3ステップすなわち路線詳細計画のステップに着目し、関連した各政策変数決定のプロセスとそれにかかわる計画思想について分析する。

5. 計画思想と政策変数決定プロセス

(1) 計画思想の工学的定義

前章後段に述べた本研究における計画思想と政策変数決定プロセスの基本的考え方に基づきここでは計画思想の客観的定義と本研究における分析方法を示す。

いま、物質的外部環境条件をベクトル

$$S = (s_1, s_2, \dots, s_n) \quad \dots(1)$$

計画者が制御可能な政策変数をベクトル

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad \dots(2)$$

であらわすこととする。一方、建設コストや利用者の総所要時間、さらには沿線地域からのアクセス時間など、ある計画代替案を特徴づける個別の評価要素をベクトル

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \quad \dots(3)$$

とすると、これは技術的プロセスを経て外部環境条件 S と政策変数 X によって決定される。そこでこれを次式(4)のようにおく。

$$Y = F(X, S) \quad \dots(4)$$

計画代替案の総合評価は、評価要素ベクトル Y の各要素を適当な重み

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_m) \quad \dots(5)$$

により加算したものにより得られるものと考え、この重み A を計画思想ベクトルと呼ぶこととする。

すると計画代替案の総合評価 Z は

$$\begin{aligned} Z &= A \cdot Y = A \cdot F(X, S) \\ &= G(X, S, A) \end{aligned} \quad \dots(6)$$

と表わされる。計画者は $Z \rightarrow \max$ となるように政策変数 X を計画すると考え、その解を X^* とすると

$$\begin{aligned} X^* &= H(S | A) \\ \text{s.t. } G(X^*, S, A) &= \max_x G(X, S, A) \end{aligned} \quad \dots(7)$$

したがって、もし同一の計画思想ベクトルのもとに計画案が立案・評価されているならば、環境条件 S と計画決定された(あるいは実現された)変数 X^* とは一様な関係にあるものと考えられ、逆に S と X^* との相互関係にギャップやジャンプを見い出

すことができれば、それが計画思想 A の変化を示していることになる。

いま、関数 H を簡単のため次のような式で近似すると、サンプル j における政策変数 i の実現値を x_i^{j*} として

$$x_i^{j*} = J_i^j \left(\prod_k s_k^{j\delta_{ik}} \right) \quad \dots(8)$$

ここで、

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1 & : \text{外部影響因子 } k \text{ が制御変数 } i \text{ を増加させる誘因をもつ} \\ 0 & : \text{因子 } k \text{ は変数 } i \text{ に影響しない} \\ -1 & : \text{因子 } k \text{ が変数 } i \text{ を減少させる誘因をもつ} \end{cases}$$

$J_i^j(\bullet)$: サンプル j における変数 i 決定に関わる計画思想ベクトル A の複合的寄与を表した単調増加関数
 なお、ここで $\prod_k s_k^{j\delta_{ik}}$ を各政策変数に関する総合影響因子と定義する。

したがって、サンプル間での $J_i^j(\bullet)$ の違いを認めることができれば、それは計画思想の変化を示すインデックスとして用いることができるし、逆にサンプル間で $J_i^j(\bullet)$ が一様と考えられれば、これはサンプル間での計画思想の一貫性を含意していることになる。

(2) 路線詳細計画における政策変数決定プロセス

地下鉄の路線詳細計画において計画者が考慮すべき項目にはどのようなものがあるだろうか。図6は路線詳細計画を策定するにあたって計画に影響を与える項目をリストアップし、各項目が計画の評価要素のどの項目に影響を与えるかを図示したものである。路線詳細計画の段階で計画に影響を与える項目は既存施設の制約条件や所与の路線規格条件に加え、技術的背景や経済的背景、さらには公的セクターの政策や社会制度など実に多岐にわたっている。そして、路線詳細計画案の最終的な評価要素（評価軸）としては当該計画がもたらす地下鉄ネットワークの利便性、事業者の経営採算性、地域社会全体からみた経済的効率性、さらには上位計画および他の計画等との整合性の4つが挙げられる。これら4つの

どの要素を計画者が重視するかによって、同じ計画案でも評価が異なってくるわけである。

ここで一口にネットワークの利便性といっても現実として駅へのアクセスに対する利便性なのか、乗客の時間的効用なのかといった種々の要素が含まれており、さらに細分化して検討する必要がある。しかも路線詳細計画における政策変数の変化によって、この細分化された評価項目の全てが正または負の同一方向に変化するとは限らない、つまり政策変数の変化がネットワークの利便性を正負どちらの方向に変化させるか一律に決まっていない。

たとえばある路線の駅位置決定を考えてみる。設置する駅数を増やし、駅間距離を短くすれば出発地や目的地と駅との間の距離が短くてすみ、地下鉄ネットワークへのアクセス性は向上する。また、その路線が既存の地下鉄ネットワークが存在しない地域を通過し、そこに駅が建設される場合は、いままで地下鉄ネットワークを利用できなかった人々にその利用を可能にするという点で利用者便益の地域的公平性を改善することにもなる。しかし、一方で駅間距離が短くなると列車は頻繁に停車することとなり、同一距離の移動に要する時間は長くなる。もし、その路線の需要が一部の駅間に集中する場合（既存の路線のバイパスとしての役割をもつ場合など）には駅数増加は乗客として地下鉄ネットワークを利用している人々の乗車中の総便益向上には貢献しないことになる。つまり、計画者がネットワークへのアクセス性あるいは利用者便益の地域的分配状況を重視すれば駅数を増やすことがネットワーク利便性の向上につながるが、ネットワーク利用者の乗車中の総便益を重視する場合には駅数が少ない方がネットワーク利便性を向上させる計画となるというわけである。

このような考えに基づき、ネットワーク利便性の評価項目とそれに影響を与える項目を同じように図示したのが図7である。ネットワーク利便性はネットワーク内の利用者総便益、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の3つの項目によって評価される。本研究ではこのネットワーク利便性の評価における計画者の思想を含めた形で路線詳細計画の計画思想を分析する。

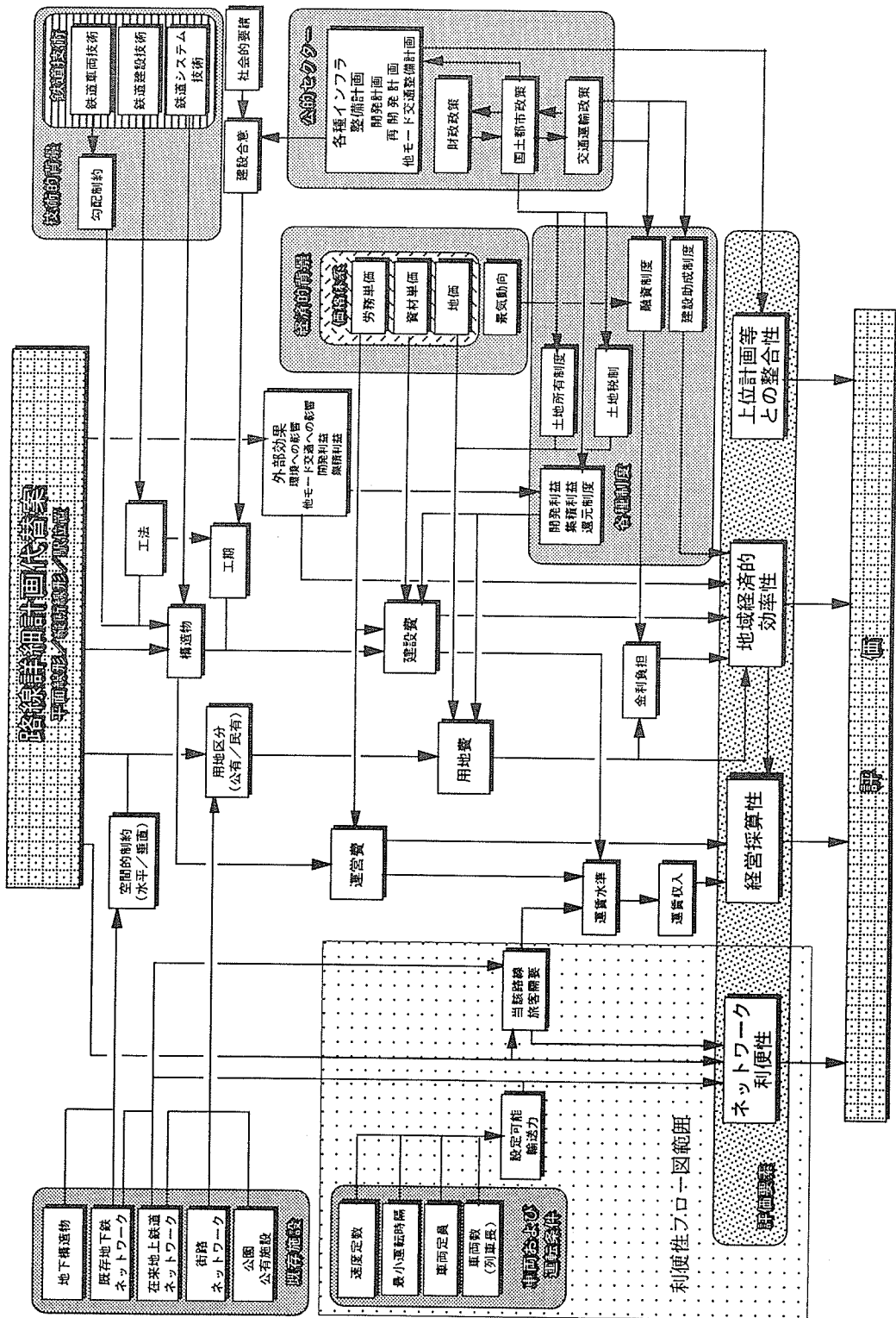


図6：路線詳細計画における全体計画評価フロー図

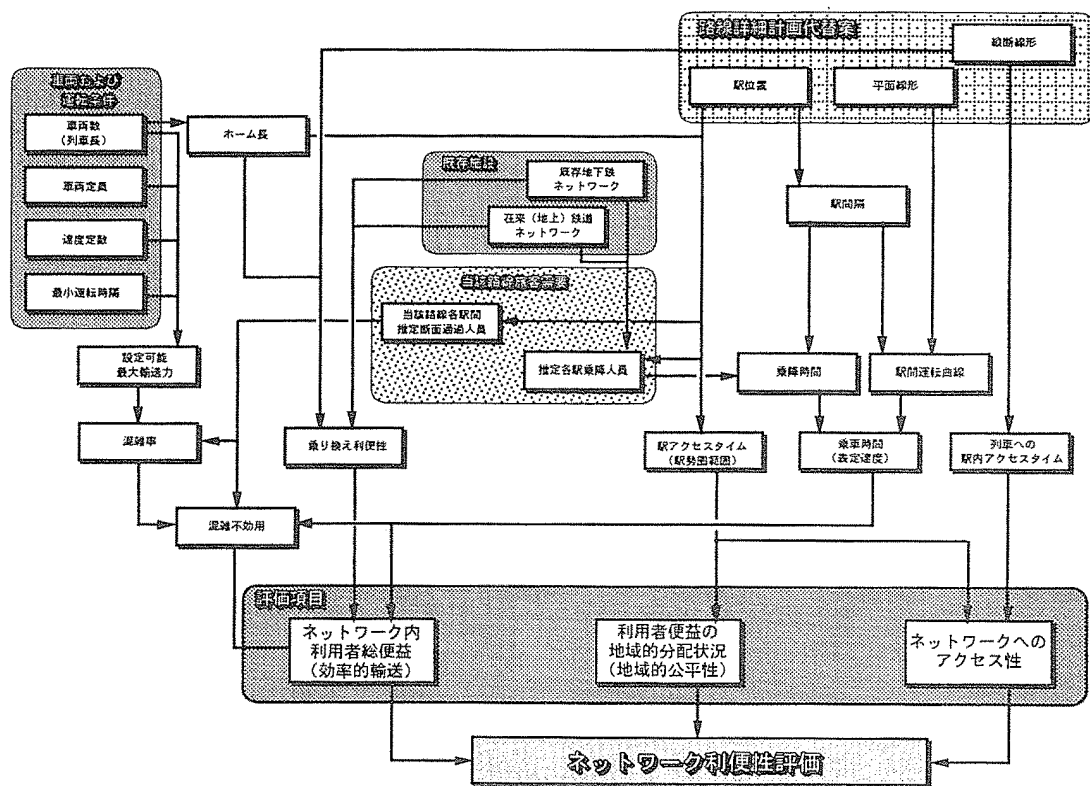


図7：路線詳細計画におけるネットワーク利便性評価フロー図

6.地下鉄路線詳細計画における計画思想分析モデル

(1)基本的構成

前章で述べた政策変数決定プロセスを踏まえ、東京地下鉄各路線の路線詳細計画の分析モデルを構築した。その概念図が図8である。このモデルは4つの政策変数と6つの外的ファクターをとり、これら変数間の関係とその根拠となる計画思想的背景を仮定することによって構築されている。なお、仮定した変数間の相互関係は変数相互の単純相関をとることによって予備的に確認した。その結果、いずれもほぼ仮定した通りの結果が得られている。

ここでは前章で述べた基本的な考え方を前述の政策変数と外部環境変数の相互関係を表す分析モデルに適用し、式(8)で定義される総合影響因子と政策変数を平面上にプロットすることにより、サンプル間での計画思想の一貫性あるいはその変化を確認するという方法をとった。なお、データ収集上の都合か

ら同一路線の中ではどの区間であっても基本的に同質であるとみなし、政策変数は各線区の平均値、外的ファクターは各線区建設期間の中間時点での値を用いて分析を行なっている。

(2) 分析に用いる変数

分析モデルで用いる政策変数は駅位置を表す駅間距離、縦断線形を表す駅深度、平面線形を表す急曲線比率、地下区間民地率の4つをとった。また、各政策変数に影響を及ぼす外的ファクターとしては需要構造を表す乗降人員比（これは簡単にいえば地下鉄利用者の量的にみたニーズがリンクの通過にあるのか、ノードのアクセスにあるのかを相対的に表すものである）、路線規格決定のプロセスにおいて既に決定されているホーム長（すなわち列車長）、経済上の条件として土木工事費水準と地価水準、さらに施工上の条件として幹線道路面積率と既設線交差数の計6つを挙げた。これら各変数の定義および出典は表9、表10に掲げる通りである。

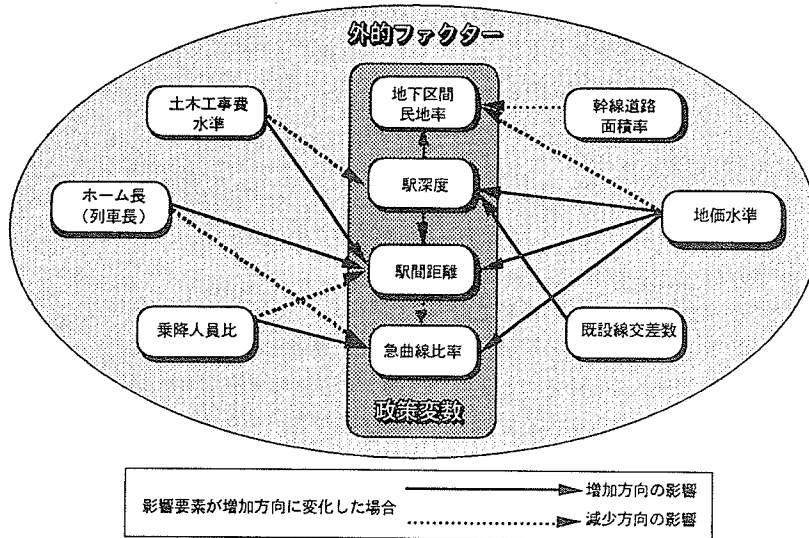


図8：計画思想分析モデルの概念図

表9：分析に用いる変数の定義

変数名	定義	単位	データ年次
駅深度	各駅ホーム深度の路線平均値	m	1991
駅間距離	各駅ホーム中心間距離の路線平均値	km	1991
急曲線比率	$R=300\text{m}$ 以下区間延長累計 $\times 100$ / 路線延長	-	1991
地下区間民地率	民地下通過区間延長 $\times 100$ / 地下区間総延長	-	1991
ホーム長	各駅ホーム長の路線平均値	m	1991
乗降人員比	路線平均各駅乗降人員 / 路線平均断面通過人員	-	1989
幹線道路面積率	(国道面積+主要地方道面積) $\times 100$ / 総面積	-	各路線建設年
土木工事費水準	建設工事費デフレータ / 国民総支出デフレータ	-	各路線建設年
地価水準	全国市街地価格指数 / 国民総支出デフレータ	-	各路線建設年
既設線交差数	既設地下鉄線との交差数	本	各路線開業年

表10：分析に用いる変数の一次データとその出典

データ項目	出典
地下鉄各駅間距離	地下鉄各線路線一覽略図
地下鉄各駅ホーム深度	91営団地下鉄ハンドブック、91都営交通のあらまし
地下鉄各駅ホーム長	91営団地下鉄ハンドブック、91都営交通のあらまし
曲線半径および区間延長	地下鉄各線路線一覽略図
民地下通過区間延長	地下鉄各線路線一覽略図、1:10000都市図
地下鉄各駅乗降人員	91都市交通年報
地下鉄各駅間通過人員	91都市交通年報
国道面積（東京都区内）	東京都統計年鑑
主要地方道面積（東京都区内）	東京都統計年鑑
総面積（東京都区内）	東京都統計年鑑
建設工事費デフレータ	建設省建設経済局調査情報課
全国市街地価格指数	日本不動産研究所
国民総支出デフレータ	国民経済統計年報

(5)各モデルの基本的考え方

本研究では各政策変数とその総合影響因子との関係を把握することによって、各政策変数に関する計画思想に一貫性があるか否かを確認し、さらにはそれがいかなる傾向をもつかを分析モデルが前提とする仮説をもとに検証するという形をとる。ここではそうした仮説を各政策変数ごとにまとめて述べる。

a) 駅深度分析モデル

駅深度は大きくなると土木工事費が大きくなることから、土木工事費水準は駅深度を減少させる誘因となる。しかし逆に駅部は駅間に比べ広い土地を要し、地価水準が高い状況では区分地上権取得費を抑え、初期投資額を減らして経営採算性を向上するため、より補償率の低い深部に構築する、つまり地価

水準は深度を増大させる誘因となる。また、既設線と交差する場合には同一レベルにしようすると大規模な改良工事を必要とするため、一般には既設線の下をくぐり、既設線交差数は深度を大きくする誘

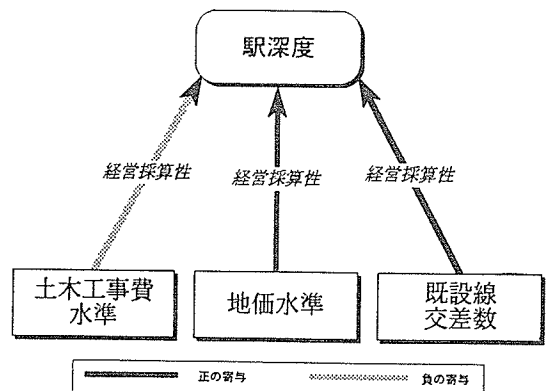


図11：分析モデル（駅深度）

因となる。これらを総合すると駅深度は主として経営採算という同一の視点のみから決定されるものと考えられ、「大深度地下鉄」のような制度的条件の変更がない限り歴史を通じて特別な計画思想上の変革はないものと考えられる（図11）。

b) 駅間距離分析モデル

駅間距離に関しては基本的に経済的効率性を求めながらネットワークへのアクセス性および利用者便益の地域的分配状況とネットワーク内の利用者総便益とのバランスを考慮して決定されるものと考えられる。計画者が前者を重視する場合には駅間距離は押し下げられ、後者を重視する場合には押し上げられることになる。したがって、乗降人員比が大きな路線では各駅の乗降人員が相対的に多く、ネットワークアクセス性の寄与が高くなって駅間距離を小さくすることになる。また、一般に駅部は駅間に比べ広い敷地を要し、地上との連絡施設を建設する必要から土木工事費も増大する。このため、地価水準および土木工事費水準が高くなると、経営採算性から駅数を少なく、つまり駅間距離を長くする誘因となる。さらに、駅深度分析モデルでは政策変数であった駅深度はここでは先決内生変数として作用するものと考え、これが大きい路線においては土木工事費

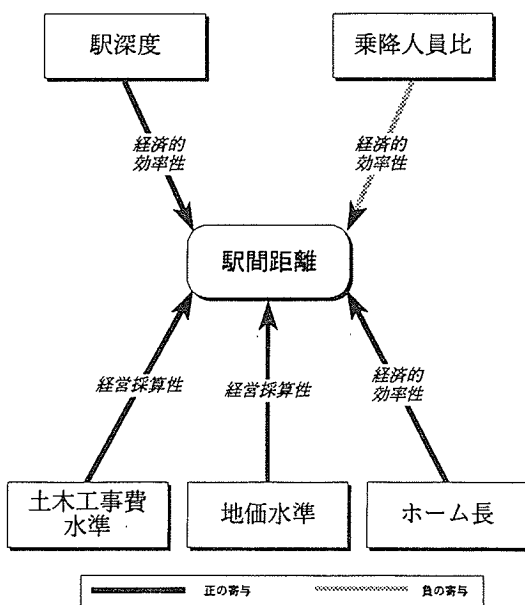


図12：分析モデル（駅間距離）

の寄与が大きくなるため駅間距離を長くとする誘因となるものと考えられる。ホーム長は、これが長い路線においては駅出入口の設置範囲が広がって駅周辺からのアクセスが容易になり、駅間距離増大によるネットワークへのアクセス性低下が緩和されるから、ネットワーク内の乗車時における利用者総便益の向上のため駅間距離を長くとする誘因となる（図12）。

c) 地下区間民地率分析モデル

地上に幅員の大きな道路が多い、すなわち幹線道路路面積率が高い場合は道路下通過が容易なため、これは地下区間民地率を低下させる誘因となる。また、地価水準が高いときは初期投資削減のため、その傾向は一層強まる。しかし、地下区間民地率を低くするために急曲線を多用すると列車の速達性を阻害する場合もあるから、ネットワーク利便性の視点からは民地率上昇もやむを得ないことになる。したがってこの要素は先決内生変数である駅深度が大きく区分地上権取得の費用が小さくすむ場合には地下区間民地率の減少に歯止めをかける誘因となって

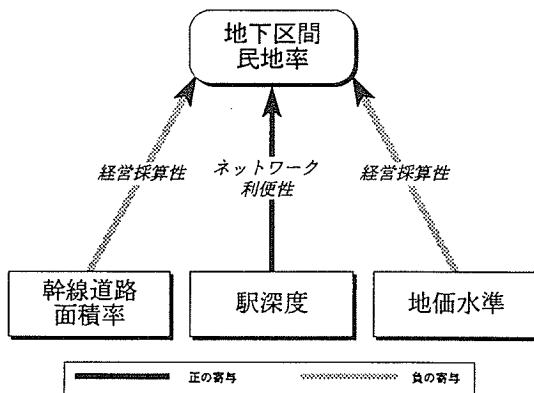


図13：分析モデル（地下区間民地率）

現われることが予想される（図13）。

d) 急曲線比率分析モデル

最後に急曲線比率であるが、急曲線の増加は列車の最高速度を制限する。このため、ネットワーク内の利用者総便益を向上させるためには急曲線比率を低く抑えることが要請される。駅間距離が長い場合は運転曲線上最高速度を出せる可能性が増し、ま

た、ホーム長が長いすなわち車両長が長い場合、相対的に列車時隔を大きめに設定することが可能となつて、同じく速達性向上の可能性が高まる。これらはともに急曲線比率を押し下げる誘因となる。しかし、乗降人員比が大きい場合には乗車中の利便性よりもアクセス性に重きがおかれるため、急曲線による速度低下の影響は小さくなって、これは急曲線比率を上昇させる誘因となる。さらに地価水準が高い場合には経営採算性確保の観点から利便性を犠牲にしても公地下を通過するために、急曲線比率が押

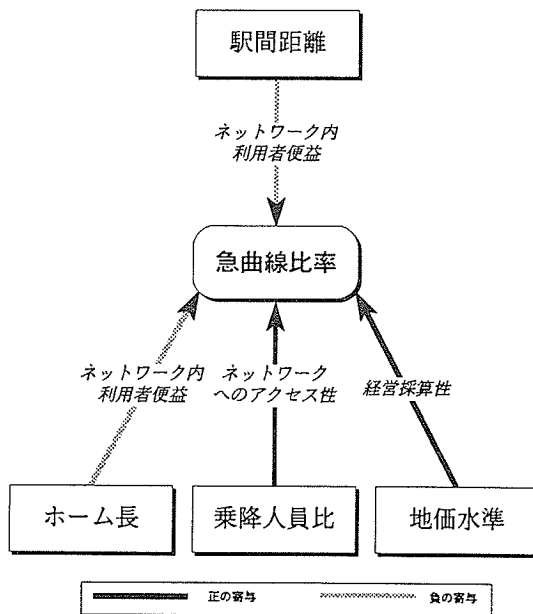


図14：分析モデル（急曲線比率）

し上げられると考えられる（図14）。

7. 分析結果および考察

以上の検討により構築された政策変数と外的ファクターの関係を示す分析モデルから、着目した政策変数毎に各路線の総合影響因子を算出した。前章での議論（仮説）が正しいものであるならば、着目する政策変数と総合影響因子は正の相関関係をもたねばならず、さらにその関係が一般的な場合にはサンプルの間に計画思想の一貫性を確認することができる。逆にサンプル間にギャップが存在する場合、計画思想の変革を抽出することが可能となろう。この章では、各政策変数毎に分析結果をまとめることと

する。

(1) 駅深度関連

駅深度と駅深度総合影響因子との関係を示したグラフが図15である。各線の平均駅深度は総合影響因子とほぼ正の様な関係にあり、深度は経営採算性あるいはコスト最小化という一貫した計画思想のもとに計画決定されてきたとみなすことができる。

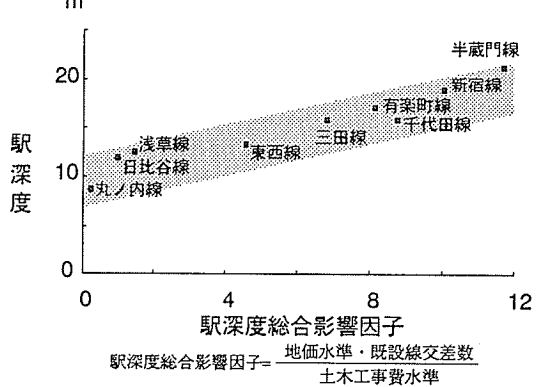


図15：駅深度と総合影響因子との関係

(2) 駅間距離関連

駅間距離と総合影響因子との関係を示したグラフが図16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総合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結果となっている。

これを詳しく分析してみると、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総武線のバイパスとしての目的を持っていること¹⁵⁾、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この結果に大きく影響しているものと考えられる。つまり、東西線はアクセス性よりもネットワーク内利用者総便益を重視し、三田線は高速性よりもネットワークへのアクセス性を重視した計画思想の相違がここにあらわれていると言える。しかし、都心部の区間について同様の分析を行なうと、両線とも他線との差異は小さく、駅間距離についても両線の当該区間を除いた東京の地下鉄各線は基本的にはほぼ一貫した計画思想のもとに計画されてきたということが出来る。

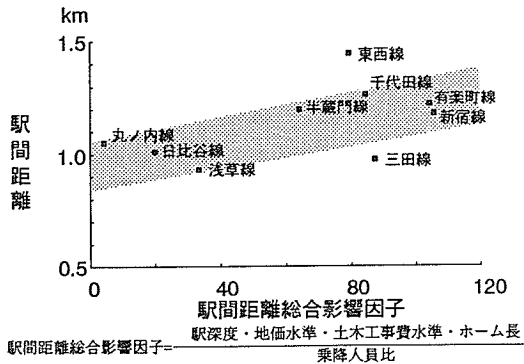


図16：駅間距離と総合影響因子との関係

(3)地下区間民地率関連

地下区間民地率と影響因子との関係を図17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。これを率直に解釈すると、1965年以降建設に着手したこれら3線区ではコスト削減に比べてネットワーク利便性が相対的に重視されるようになってきたことが考えられる。この時期は東京都市圏の通勤者の通勤距離が増大し、列車内の混雑が激しくなり始めたことを受けて地下鉄に対する速達性への要請が次第に強いものになっていった時代と対応しており、計画者が全体的な利用者ユーティリティを重視する傾向になったともいえる。

しかし、一方でこの3線区は一部区間が道路整備が不十分な郊外部の民地下を通過して開業している例である。このような郊外区間の地域における幹線道

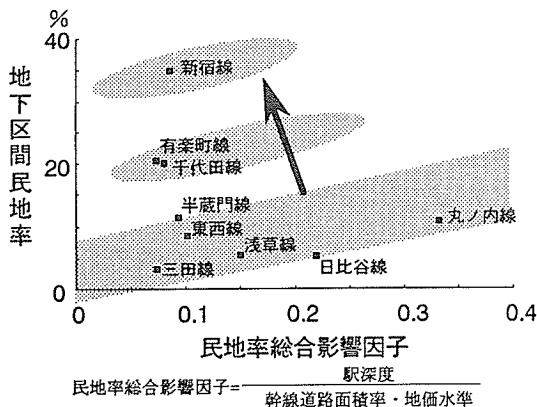


図17：地下区間民地率と総合影響因子との関係

路面積率は全区間の平均値より低くなっていると考えられるが、本研究では各路線の全区間を同質とみなして東京都区部全体の幹線道路路面積率を外部ファクターとして用いたために総合影響因子の値が過小にあらわれていると考えることができる。さらに、この中には都市計画道路の下を地下鉄が通過するように計画されているものの、道路整備が遅れているために鉄道が先行開業した（有楽町線池袋～和光市間）¹⁰⁾という例も含まれており、これらの区間では用地買収が完了していても道路が開業していないために見かけの地下区間民地率が押し上げられている例もあると考えられる。したがって、これら3線のグラフ上の点は全体的にやや右下方へシフトする可能性があり、計画思想の変化は分析結果に示されるほど大きなものではないと考えることができる。

しかし、地下区間民地率の全区間平均値が高くなっているのは明らかであり、郊外部の当該区間で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う傾向が強くなったという計画思想上の変化を読み取ることができる。

(4)急曲線比率関連

図18は急曲線比率と総合影響因子との関係を示したものである。これを見ると丸ノ内線、日比谷および都営浅草の2線と他の各線との間にギャップが存在しており、3つのグループに分けられる。各線の建設年次も考慮すると、急曲線比率は1965年頃を境に大きく低下していることがわかる。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

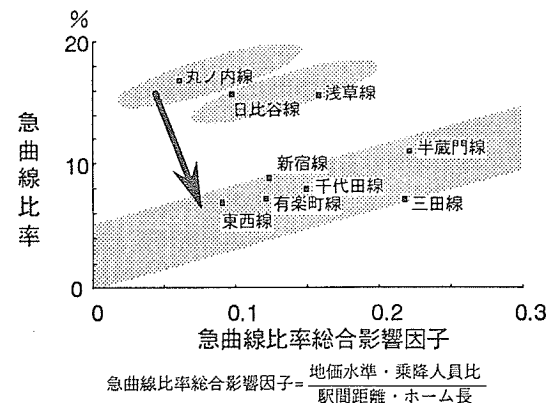


図18：急曲線比率と総合影響因子との関係

下鉄路線網計画に関しては人口の都市集中による需要急増をうけて都市交通審議会の第6号および第10号答申が相次いで出された。これらの計画改訂では市街地の外延化を防ぐための路線網計画から、外へ広がる通勤通学需要に対応し大量の旅客を高速に運ぶための路線網計画へと基本的な考えが変化しており、計画圏域の拡大や計画路線の大幅拡充が行われている¹³⁾。これを受けて地下鉄の規格に関しても大量輸送に対応するためこの時期を境に車両が大型化しており、路線詳細計画において速達性向上というネットワーク利便性重視への計画思想の変革を明確に見ることができる。

8. 結論と今後の課題

本研究から得られた結論は以下のとおりである。

- [1]土木史における「計画思想」の取扱の意義とその方法を整理するとともに、マックス・ウェーバー的なシステムとして計画思想研究の位置付けの明確化を行い、その工学的・計量的処理方法を提案した。さらにこうした手法の可能性を東京の地下鉄を事例として明らかにした。
- [2]東京の地下鉄路線詳細計画に関わる諸政策変数が決定されるメカニズムを表す分析モデルを、現象の合理的な理解と合理的な決定という精神を前提として、計画思想を基礎として構築し、実データによって検証した。その結果、全般的には諸変数の決定メカニズムを合理的に解釈することが可能であることが明らかになった。
- [3]総括的に見ると路線詳細計画決定に関わる計画思想は戦後今日まで概ね一貫したものであったと考えられる。
- [4]詳細に見ると1965年頃から他の評価要素に比べてネットワーク利用者（すなわち乗客）の総便益（特に速達性）を重視するという計画思想上のシフトがあった傾向が読み取れる。これは東京を取り巻く社会環境の変化とも斉合的な結果となっている。

また、今後の課題としては以下が挙げられる。

- [1]本研究では計画思想を特徴づけるものとして計画思想ベクトルを定義したが、分析上はその直接的な推定には至らず、サンプル間の計画思想

ベクトルの一貫性あるいは異質性を確認するにとどまった。今後はこれをより直接的に推定しうる手法の開発に努める必要がある。

また、本研究の手法の適用上の課題として、

- [2]環状ルート（都営12号線）や皇居西周りルート（営団南北線）等最近の事例における計画思想変化の有無の確認
- [3]同一路線の中での計画思想の不均質性の有無の確認
- [4]国内諸都市間、および国内事例以上に計画思想の違いが大きいと思われる国際都市間の比較分析を行う必要がある。

9. おわりに

以上のとおり、本研究では土木事業の計画および実施上計画者の思想・価値観がきわめて重要な役割を持つという認識に立ち、土木史上で計画思想を客観的な（科学的検証および批判が可能な形で）分析する方法の一つとして、計量的モデルによる分析方法を提案した。手法的にはまだまだ改善すべき点も少なくなく、また、適用事例にしても今後細部をつめていく必要があるが、計画思想研究の一つのスタート点を提示することはできたものと考えている。筆者の研究意図をご理解いただくとともに、本研究に対する多くのご助言、ご批判をいただければ幸甚である。

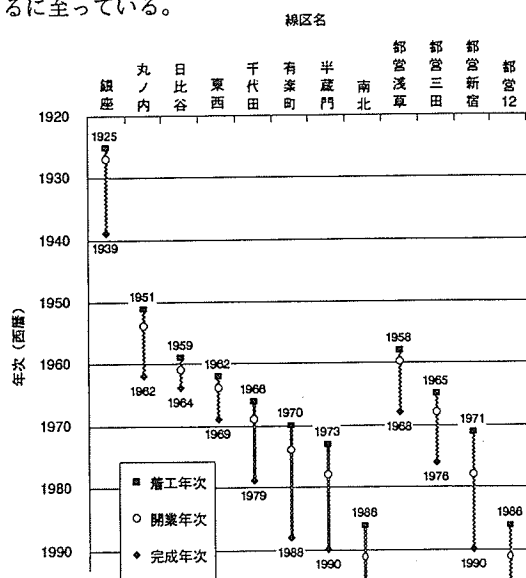
なお、本研究の実施にあたっては、東京大学名誉教授八十島義之助先生、東京大学中村英夫教授、篠原修教授に多くのご助言をいただいた。また、データの収集に際しては地下鉄博物館の大塚和之氏、帝都高速度交通営団の名古屋菊夫氏、東京都交通局の渡辺民夫氏に多大なるお世話になった。この紙面を借りて心より謝意を表したい。

また、いわゆる「地下鉄の歴史」に関する著作は非常に多く、本研究実施に当たっての予備的検討上参考にしたものも多いが紙面の都合上一部を除いては参考文献リストからは割愛させていただいた。ここに謝意とおわびを申し上げておく。

(1) 世界の地下鉄建設

世界で初めて地下鉄が開業したのはロンドンで、1863年1月10日にMetropolitan鉄道によってFarringdon～Paddington間の営業が開始された。この地下鉄はトンネルの所々で太陽の光が入ってくる半地下式の構造であり、開業当初は動力車として蒸気機関車が用いられていて、地表の鉄道を掘り下げて敷設し、天井をかぶせただけのものであった。一方、完全な地下式で電気駆動の地下鉄は1890年11月4日、同じくロンドンのStockwell～King William Street間でCity and South London鉄道によって開業した。その後、地下鉄は都市部での大量高速交通機関としてその価値が認められ、1896年に大陸初の地下鉄がブダペストで開業、1900年にはパリ、1902年にベルリン、1904年にニューヨークと世界各地に建設されていった。

1927（昭和2）年12月30日、世界的な地下鉄建設の波は日本にまで及び、東京地下鉄道の浅草～上野間が開業した。東京に遅れること6年の1933（昭和8）年には大阪の御堂筋線梅田～心斎橋間が日本第二の地下鉄として開業している。その後名古屋、神戸、札幌、横浜、京都、福岡、仙台と日本各地でも地下鉄が開業し、日本の地下鉄都市は現時点で9つを数えるに至っている。

図19: 東京地下鉄各路線の着工および開業年次¹⁰⁾

(2) 東京の地下鉄建設

世界最初の地下鉄から約60年を経て開業した東京の地下鉄は、その後も相次いで新線が建設された。

1939（昭和14）年、渋谷から延びてきた東京高速鉄道線が新橋まで到達し、浅草からの東京地下鉄道線に接続した。同年、浅草～渋谷間の直通運転が開始され、現在の銀座線の原型が出来上がった。都心の鉄道網が未発達で、路線の都心への延伸が沿線での関連事業の可能性を含めて魅力度が高い事業であった時代には、このほかにも地下鉄路線計画が出願されたが、実現した路線はなかった。

第二次世界大戦が始まると、それまで民営会社が運営してきた東京の地下鉄も帝都高速度交通営団に一元化され、以後地下鉄路線網計画は政府機関の手によって策定されるようになった¹⁰⁾。戦時中こそ地下鉄建設はストップしたものの、1954（昭和29）年には東京でも戦後初の新線区間として丸ノ内線池袋～御茶ノ水間が開業した。

その後高度経済成長期に入ると東京では人口が急増し、朝夕の通勤通学時の列車混雑が顕著になってきた。特に通勤圏の拡大に伴う郊外私鉄の都心側ターミナル混雑が問題となり、1956（昭和31）年に出された都市交通審議会第1号答申では地下鉄が郊外私鉄と直通運転を行うよう明示された。以後、東京の地下鉄は基本的に郊外私鉄との相互直通運転を行うことを前提として路線が建設されるようになり、軌間は郊外私鉄に合わせ、かつ集電方式は従来の第三軌条方式から架空線方式に改められることになった。こうして1960（昭和35）年に都営浅草線が京成線と、1961（昭和36）年に日比谷線が東武伊勢崎線と相互直通運転をする形で開業した。

以後、とどまることのない人口増加や通勤圏の拡大を受けた計画圏の拡大、需要予測値の変化に伴い地下鉄路線網計画も数度にわたって改訂された。ただし、新線建設と計画改訂が同時並行で進められたため、すでに工事着手済みの計画路線を基本的に踏襲しながら、新たに整備すべき路線を追加するという形での改訂が多く、1962（昭和37）年の都市交通審議会第6号答申で従来の5路線が分岐線を含めて10路線に増加、1967（昭和42）年の都市交通審議会第10号答申では12路線に、さらに1971（昭和

46) 年の都市交通審議会第15号答申では現在の計画と同じ13路線になった。

これらの計画に沿った形でこれまでに東西線、都営三田線、千代田線、有楽町線、都営新宿線、半蔵門線と開業し、現在は1985（昭和60）年に策定された運輸政策審議会第7号答申に従って、皇居東側の都心部を通過しない路線（南北線）や環状路線（都営12号線）が建設されている（図19）。

【参考文献】

- 1) 土木史研究委員会：土木史研究レビュー，土木学会，1992.9
- 2) 歴史研究における「理論的法則性」追求への要請がヘーゲルやフンボルトさらにランプレヒト以来発展段階論やマルクスの唯物史観を経てポパーの普遍言明の事実によるテスト主義に至る論議は、林健太郎：『史学概論（新版）』，有斐閣教養全書，1970；小谷汪之：『歴史の方法について』，東京大学出版会，1985 などに詳しい。
- 3) 森杉壽芳ほか：明治・大正期鉄道網形成の社会的便益，土木学会論文集No.440，pp71～80，1992.1
- 4) マルクス，K.（大内ほか訳）：『経済学批判』，岩波文庫，1956
- 5) ウェーバー，M.（富永ほか訳）：『社会科学方法論』，岩波文庫，1936
- 6) 大塚久雄：『社会科学の方法』，岩波新書，1966
- 7) 長野正孝：港湾計画思想の歴史的変遷，土木史研究発表会論文集No.8，1988；入江平門ほか：意識構造変化と地下鉄路線計画の歴史的発展過程，土木史研究No.10，1990 など
- 8) 許士達広ほか：岡崎文吉の治水思想に関する考察，土木史研究No.11，1991
- 9) 古田崇ほか：駅前広場空間の設計思想及び手法に関する史的研究，土木史研究No.10，1990；越沢明：『東京の都市計画』，岩波新書，1991 など
- 10) 帝都高速度交通営団：『'91営団地下鉄ハンドブック』，pp66～81，1991.9
- 11) JANE'S：『URBAN TRANSPORT SYSTEMS 1991』，1991
- 12) 君島光夫：東京における都市高速鉄道網計画の変遷に関する史的考察，第三回日本土木史研究発表会論文集，1983.6 など
- 13) 八十島義之助：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，pp.31～43，1986.7
- 14) 運輸政策審議会：東京圏における高速鉄道を中心とする交通網の整備に関する基本計画について（答申第7号），pp.39，1985.7
- 15) 帝都高速度交通営団：『営団地下鉄五十年史』，pp216，1991.7
- 16) 同上，pp417

なお、本文中の図表はすべて筆者（下大歯）作製によるものである。