

首都圏鉄道計画分析評価のためのGISの構築*

A GIS for Metropolitan Railway Planning Process*

内山久雄**, 星 健一***

By Hisao UCHIYAMA**, Ken-ichi HOSHI***

1. はじめに

鉄道整備は道路整備と異なり、その事業採算性が厳しく問われ、実際に整備実現に至るのは容易ではない。一方、首都圏などの都市域では鉄道が比較的高密度に整備され、鉄道利用者は多くの路線や駅を選択することが可能となっている。こうした状況では如何にしてより多くの乗客を確保するかが、鉄道事業成立の大きな鍵となる。鉄道需要の確保には、所要時間の短縮や列車の増発といった鉄道サービスの向上のみならず、駅における乗換抵抗の軽減、駅周辺の道路の新設、バス系統の再編といった駅端末のアクセス環境の改善など鉄道利用に関連するサービスを向上させることが必要不可欠である。今後の鉄道需要予測や鉄道計画では、アクセスに関するサービスの変化もラインホール（鉄道の発駅から着駅まで）のみならず考慮されなければならない。

そこで、本研究では、鉄道整備に伴う首都圏全体からみた従来のマクロな静的な分析に基づく需要の変化だけではなく、鉄道乗換施設の改善などラインホールでのサービスの変化やアクセス施設を中心とした駅周辺の交通計画に伴うミクロな、できれば動的な鉄道需要の変化も考慮に入れた都市鉄道計画を支援するためのシステムを開発することを目的とし、システムを開発する上で、そのシステムが具備すべき条件を示すとともに、システムの一部であるネットワークサブシステムについて述べる。なお、地理情報システム（GIS）を中心としてシステムを開発することを試みる。

*キーワード：GIS、鉄道計画、公共交通需要

** 正会員 工博 東京理科大学理工学部土木工学科教授

*** 正会員 工修 東京理科大学理工学部土木工学科助手

(〒278 千葉県野田市山崎 2641

TEL:0471-24-1501 FAX:0471-23-9766)

2. システムの概要

本システムでは、アクセスを含めて鉄道が提供するサービス水準が変化したときに、鉄道需要にどのような変化がもたらされるかを分析することを目的としている。したがって、駅へのアクセスやラインホールのサービス水準の変化が容易に追跡できることが要求される。すなわち、アクセスに関しては新規道路や新規バスルートが開設されたときを含め、バスや徒歩を含むアクセス経路が検索できることであり、ラインホールに関しては運賃や快速運行等による所要時間の変化、あるいは乗換施設の改善等、鉄道本体が提供するサービス水準の変化が検索できることである。そのため、本システムではアクセス情報の検索を可能にするための局地的な道路ネットワークと、ラインホール情報の検索を可能にする首都圏鉄道ネットワークからなるネットワークサブシステムを構築する。

また、アクセスやラインホールの提供するサービス水準が変化すると、鉄道利用者のアクセス環境が大きく変化し、アクセス交通手段やその利用する駅が変化することになる。また、鉄道新線が開通するような場合、鉄道そのもののサービス水準が大きく変化し、それまで自動車を利用していた人が鉄道へ転換することも考えられる。こうしたサービス水準の変化に伴う選択行動の変化の分析には、非集計分析を用いることが適していると考えられる。

このようなことからシステムが具備すべき条件として、以下に示すような6つが挙げられる。

- ① 100メートルメッシュ単位での人口分布やOD構成が明示されていること
- ② このメッシュ図に道路網やバス網等が付加されて地図の機能を持っていること
- ③ この地図上で各メッシュから各駅に至るアクセ

ス情報（アクセス経路やそのサービスレベルLOS）が検索できること

- ④ 首都圏鉄道ネットワーク上で、各駅から各目的地に至る経路情報（鉄道経路やそのLOS）が容易に検索できること
- ⑤ 各メッシュから目的地に至る全体の経路から推定される鉄道と自動車の分担モデルが内蔵されていること
- ⑥ ⑤で得られる鉄道利用者（鉄道OD）に対し、各駅へのアクセスや最終目的地を考慮して選択される駅を推定できるモデルが内蔵されていること

このような要件をもとにシステムを開発する。システム全体の概念を示したものが、図1である。

3. ネットワークサブシステム

ネットワークサブシステムは、アクセス情報の検索を可能にするための局地道路ネットワークと、ラインホール情報の検索を可能にする首都圏鉄道ネットワークからなる。2つのネットワークは有機的に結合しており、このネットワーク上でトリップ発生地点からその目的地までの経路が探索され、サービス水準が検索できなければならない。以下では、各々のネットワークについて詳述する。

（1）局地道路ネットワーク

局地道路ネットワークでは、各メッシュ毎に各駅までのアクセス経路やLOSといったアクセス情報

の検索が容易に可能でなければならない。したがって、局地道路ネットワークは、国道や県道といった主要幹線道路のみならず、市町村道などの細街路を含めた道路ネットワークを持ち、かつバスのLOSが検索可能にするためバスネットワークを持っていなければならない。

ここでネットワークデータとして、GIS上に表示するための表示用データと、アクセス経路やLOSを検索するための計算用データがある。

表示用データについては、本研究で用いているGISソフト SPANS に沿った形式で作成する。千葉県船橋市周辺を例に作成したネットワークを図2に示す。

計算用データについては、ノードデータとリンクデータからなる形式とする。まずノードとして、道路交差点、道路の始点・終点などの他に、バス停をとる。リンクデータには、その距離や道路種別などのデータが含まれる。図2に示す地域について計算用データを作成した結果、ノード数 2,768、リンク数 3,625 となった。このネットワークデータを用い、ダイクストラ（Dijkstra）法による最短経路探索を行うことによって各メッシュから各駅までのアクセス情報を検索することが可能となる。実際のメッシュから駅へのLOSの検索では、各駅を始点として各ノードまでの経路探索を行い、そのノードまでのLOSをノードが含まれるメッシュのLOSとする。なお、複数ノードが含まれるメッシュは、その平均値をとり、ノードが含まれないメッシュについては、近隣のノードからメッシュ中心へ仮想のリンクを設

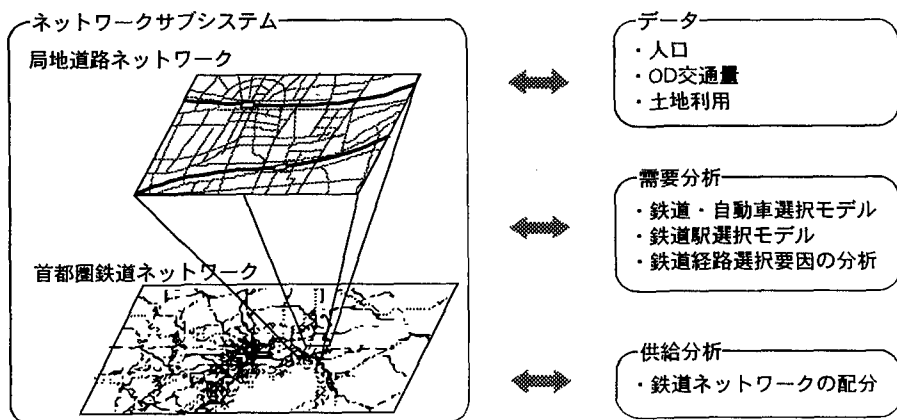


図1 システム全体の概念

けることによって求める。バスのLOSの算出の際には、アクセスではバス同士の乗換をしないと仮定し、バス停までのLOSにバス停から各駅までのバス所要時間や費用を加えることによってバスアクセスのLOSとする。

(2) 首都圏鉄道ネットワーク

首都圏鉄道ネットワークでは、トリップ発生地点の最寄駅から各目的地（目的地の最寄駅）までの経路やLOSなどの鉄道路線情報の検索が可能で、かつターミナル駅の構造改善などの乗換抵抗の低減による経路の変化などが考慮されるようになっていなければならない。

局地道路ネットワークと同様に、ネットワークデータとしては、表示用のデータと計算用のデータがある。表示用データについては、局地道路ネットワークと同様に、GISソフトに沿った形式で作成する。作成された首都圏鉄道ネットワークを図3に示す。

計算用データを作成するにあたっては、各鉄道会社が運行している優劣の異なる列車（各停、急行、準急等）や駅における乗換（各停→急行、A駅→B駅）による時間を考慮しなければならない。したがって、計算用データは図4に示すように、優劣の異なる列車毎にリンクを設定し、また、駅における列車同士の乗換や駅同士の乗換には、乗換歩行リンクを設定し作成する。リンクは、所要時間や費用、断面容量などのデータを持っている。首都圏1,801駅を対象にデータを作成した結果、ノード数 3,842、リンク数 19,042（うち乗換歩行リンク 14,101）のデータとなった。

4. ネットワークデータを用いた分析事例

ここでは、3において構築された首都圏鉄道ネットワークデータを用いて、ネットワーク配分を行った結果を示す。

(1) ネットワーク配分

3で構築したネットワークデータを用いてネットワーク配分を行う。ケーススタディとして、小田急線複々線化事業を取り上げ、

小田急線および並行路線の断面交通量や混雑率がどのように変化するかを検討する。

ここで、配分を行うODデータとしては、平成2年度大都市交通センサスデータをピーク1時間交通量に換算したものを用いる。また、等時間原則による8分割の分割配分を行う。なお、本研究では、混雑率 100%以上の場合には、以下の式により列車の

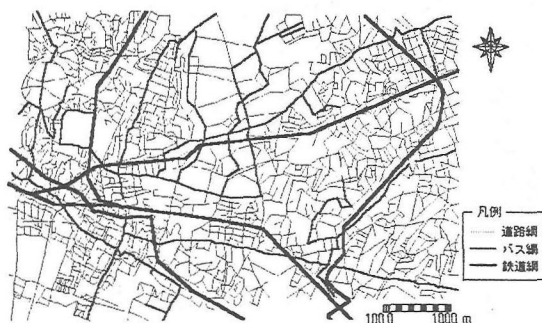


図2 局地道路ネットワーク

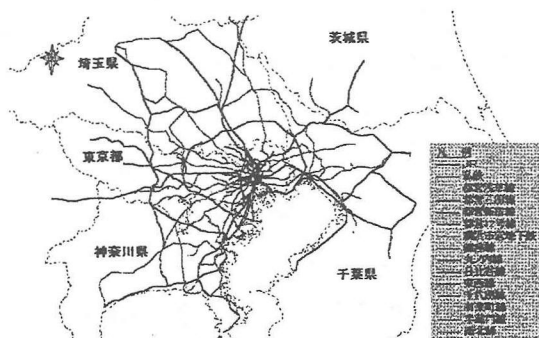


図3 首都圏鉄道ネットワーク

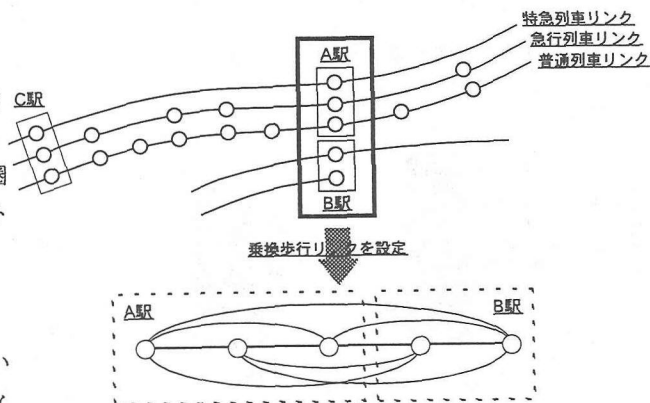


図4 首都圏鉄道ネットワーク（計算用）の考え方

混雑の増大を所要時間の増大に換算する¹⁾。

所要時間の増大＝

$$0.01 \times (\text{Exp}(0.0197 \times \text{混雑率}) - 1) \times \text{乗車時間}$$

また、ラインホール時間 1.5 分を乗換時間 1 分と換算し時間に重み付けを行う²⁾。上述のような配分原則に基づき、小田急複々線化事業前後のネットワーク配分を行った結果を、図 5、6、7 に示す。小田急複々線化により並行路線の利用者が小田急線を利用するようになり、混雑率も各停は減るものの、急行・準急は増加すると推計された。

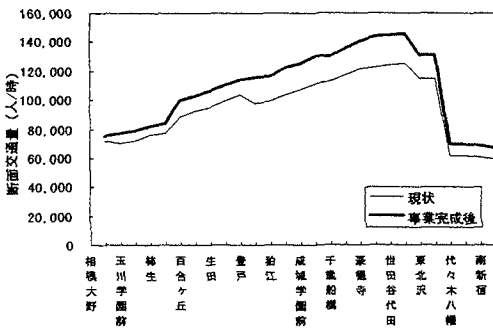


図 5 複々線化による小田急線断面交通量的変化

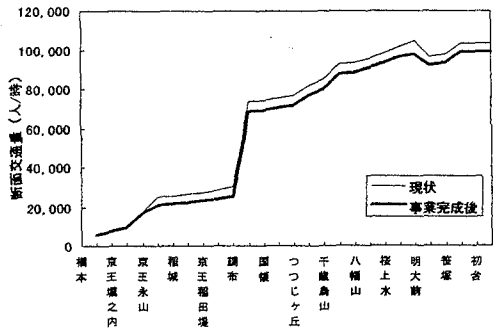


図 6 複々線化による京王線断面交通量的変化

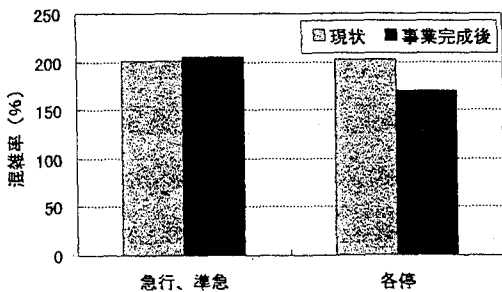


図 7 世田谷代田→下北沢間の混雑率の変化

(2) 配分原則策定のための経路選択要因の分析

(1)では、乗換時間と所要時間に単純な重み付けを行うことによって配分を行っているが、本来ならば、経路選択要因を詳細に分析した上で、配分原則を策定するのが妥当である。そこで、平成 2 年度大都市交通センサスのデータから、100 OD を抽出し、その OD ペアに対して経路選択要因に関するデータを作成し、経路選択要因の分析を行った。その結果を表 1 に示す。この結果から、1 ヶ月定期代 1,000 円は、ラインホール時間に換算すると 0.9 分、階段昇り時間 1 分をラインホール時間に換算すると、3.8 分となる。このような分析結果から、経路選択に関する配分原則を策定することにより、乗換施設の改善などにより詳細な分析が可能となる。

表 1 経路選択要因分析結果

変 数		パラメータ ()内は t 値
定期代 (千円/月)		-0.108 (-3.02)
ラインホール時間 (分)		-0.120 (-8.90)
乗換時間	水平歩行時間 (分)	-0.125 (-2.49)
	階段時間	
	昇り (分)	-0.452 (-2.16)
	降り (分)	-1.070 (-5.53)
重相関係数		0.788
サンプル数		100

5. おわりに

本研究では、駅アクセスを考慮した首都圏鉄道計画分析評価のための GIS が具備すべき条件を示すとともに、その一部となるネットワークサブシステムについて詳述した。また、ここでは首都圏鉄道ネットワークを利用した分析事例を紹介したが、局地道路ネットワークを利用した事例³⁾も行っている。こうして、構築されたネットワークデータが、首都圏鉄道計画分析評価の主な目的であるアクセスを考慮した鉄道需要の予測のみならず、関連する各種の分析に適用可能であることを示し得た。

参考文献

- 1) 志田・古川・赤松・家田：通勤鉄道利用者の不効用関数パラメータの移転性に関する研究，土木計画学研究講演集 No.12, pp.519～525, 1989
- 2) 武藤：鉄道の地下乗換施設の改善方向に関する研究，東京理科大学修士論文，1988
- 3) 星・日比野：アクセスを考慮した都市鉄道計画のための GIS，鉄道技術連合シンポジウム投稿中