

IV-367 時空間ネットワーク分析のための都市交通ネットワークの簡略表現法の提案

○東京大学大学院 学生員 ファンレビン*
 広島大学大学院 正会員 岡村 敏之**

東京大学大学院 正会員 家田 仁*

1. 都市公共交通における時空間ネットワーク分析の概要

マスタープラン策定などのマクロ的な交通施設整備政策の策定に際しては、個々のプロジェクトの整備効果を定量化する重要性もさることながら、特にマスタープラン作成など計画初期の段階においては、都市圏全体レベルでのマクロな整備水準目標の設定が重要である。このとき、特に大都市圏など非常に稠密なネットワークを対象とする場合には、都市全体をマクロ的に扱う操作性の高い分析手法を用いることができれば、都市部の稠密なネットワークを詳細に表現するいわば「ミクロ的」な分析手法に比べて非常に簡便に都市交通マクロ政策評価を行うことが可能となりうるなど、多くの利点があると考えられる。そこで本稿では、時空間ネットワークを用いた「鉄道旅客の時刻集中特性予測モデル」をベースに、東京 70 キロ圏の稠密な鉄道ネットワークを対象に、東京圏における ①旅客の時刻集中特性、②各種施策実施時の混雑緩和便益を都市圏全体でマクロ的に試算する際の、鉄道ネットワークの簡略化手法を示す。

2. 「鉄道旅客の時刻集中特性予測モデル」の概要

本モデルは、図 1 に示すような時空間ネットワーク(ノードとリンクの定義等は表 1,表 2 参照)において、「各駅間 OD 表」「列車運行情報(輸送力、所要時間等)」「勤務制度情報(フレックスタイム制適用者率、始業時刻分布等)」を入力として、各時間帯における「各駅間断面通過人員」を出力するものである。この時空間ネットワークでは、各 OD ペアに対して出発時刻別パス 1, 2, ..., k, ... が存在する。通勤者はロジットモデルの選択確率に従ってパスを選択するものとし、各パスフローは次のようになる。

$$FLOW(k, ij) = \frac{\exp(\alpha U_{k, ij})}{\sum_k \exp(\alpha U_{k, ij})} \times ODFLOW(ij)$$

$FLOW(k, ij)$: OD ペア ij、パス k のフロー

$ODFLOW(ij)$: OD ペア ij のフロー

$U_{k, ij}$: OD ペア ij、パス k の効用

α : 分散パラメータ (現状を最もよく再現するように推定する)

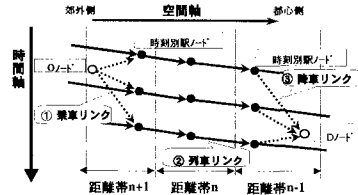


図 1 時空間鉄道ネットワークの模式図

表 1 ノードの定義

ノード種類	定義
O ノード	利用者の出発点(自宅)を示す。各距離帯に対して 1 つ設定する。
時刻別駅ノード	各距離帯ごとに、時刻毎に設定する。(10 分間隔)
D ノード	利用者の到着点(勤務先)を示す。各距離帯に対して 1 つ設定する。

表 2 リンクの定義

リンク種類	起ノード	終ノード	リンクの意味
①乗車リンク	O ノード	時刻別駅ノード	自宅から列車まで
②列車リンク	時刻別駅ノード	時刻別駅ノード	乗車している過程
③降車リンク	時刻別駅ノード	時刻別駅ノード	降車から勤務地まで

3. 空間ネットワークの簡略表現法(東京都市圏の鉄道ネットワークのケース)

本モデルを東京都市圏(70km 圏)へいわば「マクロモデル化」して適用するにあたっては、現実の東京のネットワーク特性を保ちつつ、現実の複雑な鉄道ネットワークを簡略化し、また入力データもそれに伴って変換することとなる。ここでは東京 70km 圏の鉄道ネットワークを 1 次元に簡略化し、これを空間軸として図 1 に示したような時空間鉄道ネットワークを構築する。

(1) ネットワークの簡略化

東京都市圏の鉄道を都心部(ほぼ山手線の内側)とその外側の郊外部に分ける(図 2)。郊外部は、「ターミナル駅」(「都心部」と「郊外部」との境界駅)を基準として「最速列車が 10 分間で走行する距離」を単位に各駅を「距離帯」に分割して(例、距離帯 1: 川崎、赤羽、北千住... 距離帯 2: 横浜、調布、三鷹、市川...), 各距離帯の中にある全ての駅を 1 つの「駅ノード」にした。都心部については、「タ

キーワード: 時空間ネットワーク、鉄道計画

連絡先 * 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院社会基盤工学専攻交通研究室 fax:03-5800-6868

** 739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1 広島大学大学院国際協力研究科 fax:0824-24-6922

ーミナル駅」から所要時間が $10n$ ($n=1,2,\dots$) 分となる「駅ノード」を仮想的に4ノード設定した。

またネットワークの時間軸方向については、午前6時から正午までを、10分ごとに表現することとした（図2では時間軸方向を省略している）。

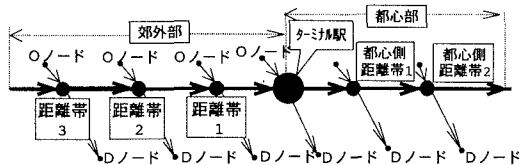


図2 東京都市圏の鉄道ネットワークの簡略化（空間軸）

(2) ネットワークの簡略化にともなう OD 表の変換

平成7年大都市交通センサスの駅間 OD 表を、「距離帯間 OD 表」に変換するために、まず東京都市圏の郊外路線の各駅を「距離帯」と「方面」で分類し（図3）、「距離帯/方面間 OD 表」を作成して、それを「距離帯間 OD 表」に変換した（図4）。

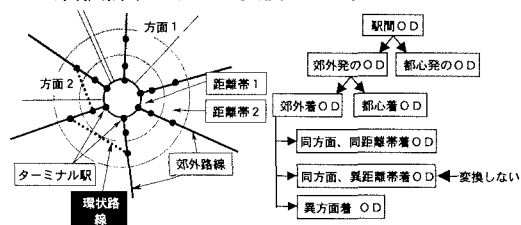


図3 方面付きのネットワーク 図4 駅間 OD 表の発着による分類

- 1) 同方面・同距離帯駅発着 OD: n 距離帯から n 距離帯への OD は、 $(n+1)$ から n への OD と、 n から $(n-1)$ への OD とに等分して割り付ける。
- 2) 異方面発着 OD: 実際のネットワークをもとに都心を経由する OD と環状路線を経由する OD とに分類して、都心經由 OD は都心着 OD として変換し、環状路線を経由する OD は環状路線への乗換駅着の OD として変換。
- 3) 都心着 OD: 大都市交通センサスの実績値から、全旅客についてターミナル駅から都心部最終降車駅までの所要時間分布を求め、その分布に応じて都心を着地とする全 OD を都心部の駅ノード（都心部の4距離帯）に割り付ける。
- 4) 都心発 OD: 都心着 OD は 3) と同様に割り付け、郊外部には割り付けない。

4. 各種マクロ政策への適用

以下に簡略ネットワークを用いて3つのシナリオを分析し、その結果にもとづいて各種マクロ政策を評価する。図5は各シナリオにおける混雑率の時間分布を示す。

○シナリオ1：現状（1995年の輸送力と需要）

○シナリオ2：2015年を以降想定し、現在事業中の各路線が完成することで輸送力が95年比で10%増強され、通勤通学需要が生産年齢人口に比例して95年

比で15%減少する。また、フレックスタイム制適用通勤者が現状の約3倍（約30%）になると想定した。○シナリオ3：2015年以降を想定して、上記に加えて、さらに輸送力が15%増強される（すなわち、95年比で輸送力25%増強）。また、ピーク1時間的前後それぞれ1時間の輸送力を、ピーク時の90%にまで増強する。

図5より、輸送力を約25%増強することで、最混雑区間におけるピーク1時間の平均混雑率を150%程度（運輸省の長期の目標）にすることができる。その設備投資に必要な資金は約5兆円である。一方、これにより発生する「混雑緩和便益」、「時間短縮便益」は40年間で約8兆円と試算され、費用便益比(B/C)は約1.6となる。さらに、鉄道利用者の追加的支払い意志額は、40年間で約1兆2000億円と試算される。

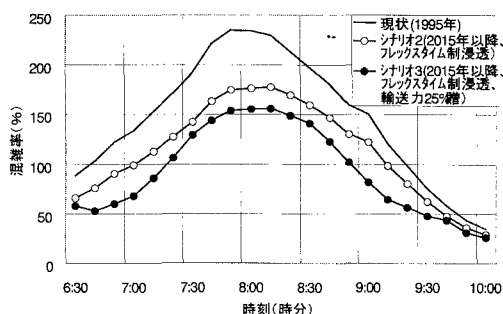


図5 各シナリオにおける都心着断面における混雑率の時間分布

5. まとめ

以上で、稠密な鉄道ネットワークを1次元化する手法を示し、東京都市圏の鉄道ネットワーク整備について、都市圏全体のマクロ評価を行った。このような考え方は、鉄道ネットワークに限らず、都市圏の各種道路ネットワーク整備にも適用しうるものであり、都市圏全体の交通負荷や環境負荷などのマクロ評価に有用と考えられる。また、このようなマクロ評価手法は、交通ネットワークに限らず、都市構造分析や用途/容積コントロール規制評価等の、都市そのものを対象とするマクロ評価にも援用できるものと考えられ、今後、この種のマクロモデルの研究を深度化させていく予定である。

参考文献

- 1) 家田 仁、岡村 敏之、ファン レ ビン：勤務制度の多様化に伴う通勤者の行動の変化を考慮した大都市圏鉄道需要の時刻集中特性の予測手法の開発、土木計画学研究、講演集 No.21(2), 1998年11月, pp.881-884
- 2) 土谷 和之、家田 仁、岡村 敏之、ファン レ ビン：「首都圏鉄道ネットワークにおける旅客の時刻集中特性予測モデル」の実用化と政策評価への適用、第26回関東支部技術研究発表会、講演概要集、1999年3月, pp.704-705
- 3) 東京都市鉄道の将来展望と政策ビジョンー通勤問題の解決と健全で快適な都市環境の創造に向け、都市鉄道政策研究グループ、1998年9月