

# 時空間制約下での交通行動理解のための教育用 GIS システムの開発

大森 宣暁, 原田 昇, 太田 勝敏

## Development of Educational GIS Application for Understanding Travel Behavior under Space-Time Constraints

Nobuaki OHMORI, Noboru HARATA, Katsutoshi OHTA

**Abstract:** Understanding travel behavior is essential for urban transportation planning. This paper aims to develop a GIS-based application for understanding individual and household travel behavior under space-time constraints and to apply the system to students studying environmental information system in spatial planning and policy. Required input data consist of activity schedules, transportation networks and activity opportunities. Potential path area (PPA) and feasibility of participating in activities in space-time prisms after changing constraints can be simulated on GIS. The system is very useful for students to understand activity-travel behavior in space-time.

**Keywords:** 交通行動 (travel behavior), 時空間プリズム (space-time prism), ゲーミングシミュレーション (gaming simulation)

### 1. はじめに

都市交通計画において、都市空間における人の交通行動のメカニズムを理解することは必要不可欠の要素である。ここで、交通は、ある場所である活動を行うという本源的需要を満たすための派生需要であり、生活活動との関係で交通行動を理解することが、交通政策や環境の変化による活動・交通パターンの変化を考察する上でも有効である。また、交通政策の目的の一つは、より多くの選択肢集合を、より公平な方法で市民に提供することである (Burns, 1979)。よって、日常生活において人々が直面する様々な制約条件の下で、任意の場所における活動の実行可能性を評価することは重要であり、従来から時空間制約下での活動の実行可能性に関する研究が盛んに行われてきた (Lenntorp, 1978; 瀬川・貞広, 1996; Miller, 1999 など)。

一方、GIS は都市における諸施設、交通ネットワ

ークおよび人の移動の空間要素を表現する上で非常に有効な道具であり、近年のソフトウェアの進化とデータ整備の進展により、交通の様々な分野において広く活用されている。時空間制約下での活動交通研究にも、近年 GIS が有効に利用されている (瀬川・貞広, 1996; Miller, 1999 など)。

本稿は、学生が都市空間において時間・空間の制約条件下での交通行動を理解するために利用可能な GIS ベースのアプリケーションの開発と、授業における適用結果について報告する。

### 2. システムの開発

#### 2.1. 時空間制約下での活動・交通研究

Jones et al. (1983) は、Household Activity-Travel Simulator (HATS) と呼ばれるゲーミングシミュレーションツールを開発した。これは、地図上に一日の移動を時間軸上に一日の活動を記録し、

個人や世帯を取り巻く制約条件を明確に認識させた上で、ある政策が実施された場合の世帯の反応をシミュレートする道具である。当初は、交通行動の理解および政策評価ツールとして適用されたが、学生に日常の生活活動と交通行動との関係を理解させるための道具としても有効に利用された（Jones, 1982）。著者らは、既に高齢者世帯の交通行動を理解するために GIS ベースのゲーミングシミュレーションツールを開発し、地方都市に適用しており（大森ほか, 2000）、本システムは、それをベースに教育用システムを念頭に改良を加えたものである。

本システムは、Hägerstrand（1970）により提案された時空間プリズムの概念に基づき、時空間プリズム内の活動機会数および活動実行可能性をシミュレーションできることを要件としている。Lenntorp（1978）や瀬川・貞広（1996）のシミュレーションモデルと基本的には同じ構造であるが、本システムは仮想的な活動プログラムを用いたシミュレーションではなく、実際のダイアリーデータを利用して活動プログラムを設定できるなど、システム利用者個別の制約条件を柔軟に導入可能な点が特徴である。

## 2.2. システムの概要

GIS ソフトウェアは MapInfo を、カスタマイズ用ソフトウェアとして MapBasic を利用して、ユーザーインターフェース部分をプログラミングした。

図 1 に示すように、入力データは、活動スケジュールデータ、交通ネットワークデータ、活動機会データであり、これらのデータを用意できれば、どの都市でも適用可能である。活動スケジュールデータは、アクティビティダイアリーと呼ばれる、朝から夜までに行った活動（睡眠、食事、授業、買い物など）および移動を、時間を追って記入してもらう形式のデータに、各活動の時空間制約に関する情報を付加したものである。

交通ネットワークデータは、今回は首都圏に居住し日常的に徒歩と鉄道を利用している利用者を対象としたため、乗換リンクや駅間標準速度などの属性を有する独自に作成した鉄道ネットワークデータを利用した。施設間の移動時間はネットワーク上での

最短時間経路とした。活動機会データとしては、利用者が対象期間において訪問した全ての施設の立地と営業時間データを作成した。入力データからプリズムと活動実行可能性を計算するモジュールは、現在 C でプログラミングされており、MapBasic から呼び出す構造としている。

図 2 に画面の例を示す。一日の活動パターンを自宅内活動、自宅外活動、移動の 3 つに分類して時間軸に表示し、移動パターンを地図上に表示する。同時に 2 人の活動スケジュール制約を考慮して自動車同乗という交通手段を明示的に扱うことも可能である。さらに、PHS データを利用して、移動経路も表現することが可能である。

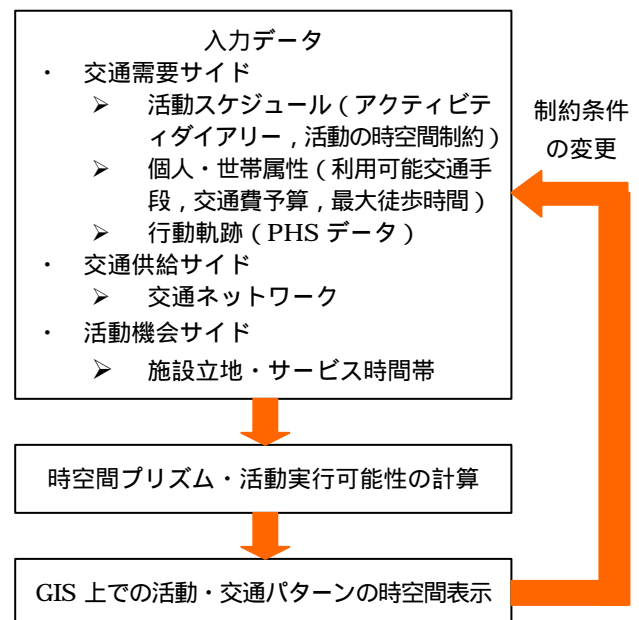


図 1 システムの概要

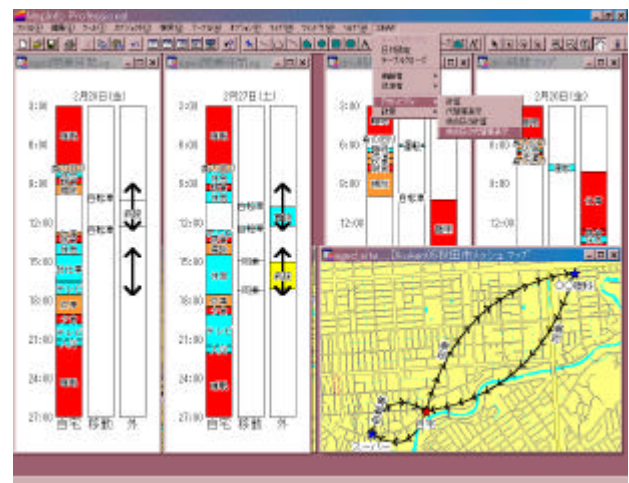


図 2 システムの実行画面の例

### 3. 教育用システムとしての適用

#### 3.1. 適用事例

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻の授業「環境空間情報学演習」において、本システムを適用した。受講学生は、別途講義により、交通行動や時空間プリズムの概念についてはある程度理解している。GISを、ほとんど利用したことがない学生も半数ほどいた。本授業は計17人の学生が受講した。まず学生は、あらかじめ自分の一週間のアクティビティダイアリーを記録する。うち4日間については、PHS位置情報システムの機能を有する小型端末PEAMON(岡本ほか, 2000)を携帯し、行動軌跡データを収集した。

各個人の一週間のアクティビティダイアリーデータと行動軌跡データをネットワークサーバー等に予め用意しておく。はじめに、MapInfo上でMapBasicプログラムを起動し、対象個人を選択し、交通手段の利用可能性、最大徒歩時間、交通費予算などを設定する。次に、対象日を選択し、活動の時空間制約を設定する。その後、プリズムと活動の実行可能性を計算する。そして、現状および制約条件変更後のプリズムとプリズムにおける活動の実行可能性をシミュレートする。図3のように、プリズム内の活動機会(潜在経路域, PPA)の指標として、プリズム内の駅数を、そこでの最大活動実行可能時間別に色分けして表示できる。図4のように、特定のプリズムにおいて対象期間中に活動を行った特定の施設で、任意の時間の活動が実行可能かどうかを判定できる。授業では、対象期間中の適当な一日を選んで、以下の2点についてシミュレーションを行い、レポートを作成した(文中の「～」は、図5に対応する)。

- ・ ある一日の複数のプリズムの違いを確認し、「自由時間」、「固定活動場所間の距離」を変化させた場合の「プリズムの大きさ」の変化をシミュレーション。
- ・ ある一日のあるプリズムにおいて、ある場所での活動の実行可能性、および「プリズムの大きさ」、「活動時間」、「活動場所」、「サービス時間帯」を変更した場合の活動の実行可能性をシミュレーション。

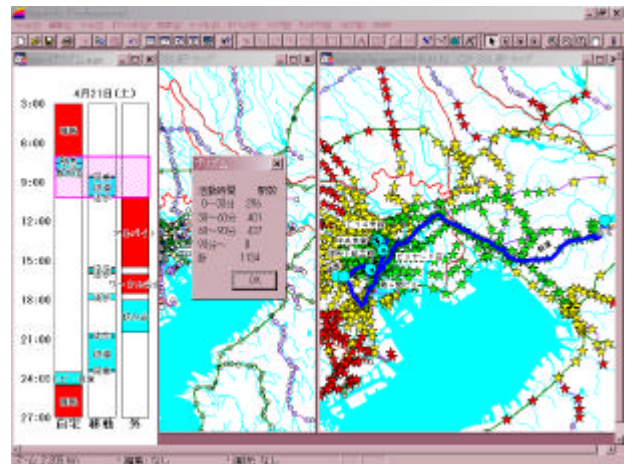


図3 プリズム内の駅

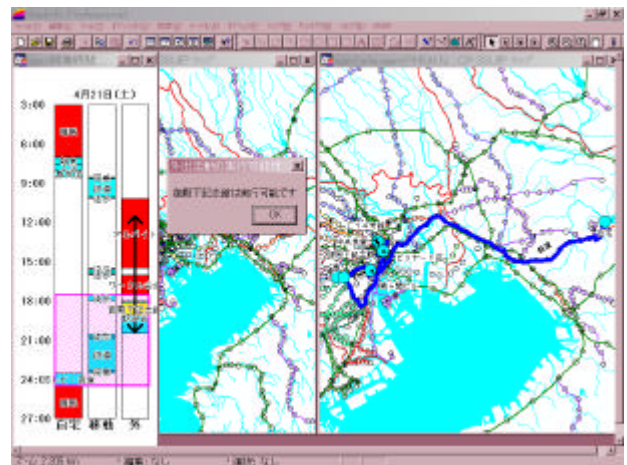


図4 プリズムにおける活動の実行可能性

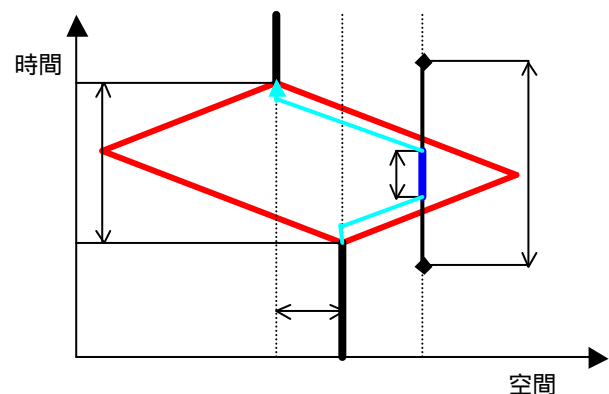


図5 時空間プリズム, 活動実行可能性とシミュレーションにおける操作変数

#### 3.2. システムに対する学生の評価

本システムを利用した一連のシミュレーションに対する学生の評価からは、本人の実際の生活活動に関するデータを利用することで、より具体的に交通

行動を理解することができ、さらに毎日の生活を省みる機会を提供することもできたことが明らかになった。一方で、さらなる改良の方向性も示唆された。その他、興味深い回答を以下に記す。

#### システムの有効性に関する意見

- ・ 実行不可能と認識していた活動が実行できることに驚いた。
- ・ 時間を有効に利用していないことがわかった。
- ・ 一日の中で移動時間の占める割合が大きいことがわかった。
- ・ 他の日でも、その活動が実行可能であることがわかった。

#### 改良の方向性を示唆する意見

- ・ 鉄道以外の交通手段を考慮できると良い。
- ・ 所要時間の変動を考慮できると良い。
- ・ より操作しやすいユーザーインターフェース。
- ・ 対象期間中に活動を行った施設以外の活動機会データがあると良い。
- ・ 最大活動可能時間が表示できると良い。
- ・ 活動スケジュールの設定が、より自由に行えると良い。

#### 4. まとめ

本稿は、都市空間における時空間制約下での人の交通行動を理解するための教育用 GIS システムの開発と適用について記した。学生の評価からも本システムの有効性が示され、さらなる機能の拡張とユーザーインターフェースの向上により、より有効な道具として活用できることが期待される。

本システムの発展可能性を以下に述べる。マルチモーダルな評価を可能とするための多手段交通ネットワークデータの利用、ネットワークのサービスレベルの変更、交通費用の考慮、対象期間中に利用した以外の活動機会データの利用による目的地の代替案のシミュレーション等については、GIS データベースが整備できるかどうか依存する。また、他の世帯員や他人とのカップリング制約の考察、複数のアクセシビリティ指標の導入(例えば Miller, 1999), GPS や PHS を用いて得られる詳細な行動軌跡データを利用した経路の代替案のシミュレーション等に

ついては、プログラミングとアルゴリズムに関する課題である。また、本システムを、情報通信利用と活動スケジュールおよび交通行動との相互作用を理解するために適用する可能性も考えられる。

#### 参考文献

- 大森宣暁・室町泰徳・原田昇・太田勝敏 (2000) GIS ベースのゲーミングシミュレーションツールの開発と高齢者の活動交通分析への適用, 土木計画学研究・論文集, 17, 667-676.
- 岡本篤樹・鈴木明宏・李竜煥・田名部淳・朝倉康夫 (2000) PEAMON (PErsonal Activity MONitor) の開発と機能実験, 土木計画学研究・講演集, 23(1), 659-662.
- 瀬川祥子・貞広幸雄 (1996) GIS を利用した保育施設計画立案支援システムの開発, GIS - 理論と応用, 4 (1), 11-18.
- Burns, L. D. (1979) Transportation, temporal, and spatial components of accessibility, Lexington: Lexington Books.
- Hägerstrand, T. (1970) What about people in regional science?, Papers of the Regional Science Association, 24, 7-21.
- Jones, P. M. (1982) 'HATS Educational manual: Studying travel in the context of household activity patterns', Transport Studies Unit, Oxford University, Ref. 193/PR.
- Jones, P. M., Dix, M. C., Clarke, M. I. and Heggie, I. G. (1983) Understanding travel behavior, Aldershot: Gower.
- Lenntorp, B. (1978) A time-geographic simulation model of individual activity programmes, in Carlstein, T., Parks, D. and Thrift, N. eds., Timing Space and Spacing Time 2, Human Activity and Time Geography, 162-180.
- Miller, H. J. (1999) Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: Basic theory and computational procedures, Geographical Analysis, 31(2), 187-212.