

1. はじめに

アクティビティアプローチは、分析手法の理論的な発展、コンピューターの性能の向上、データ収集手法の革新等により、従来の交通行動分析の一分手法という立場から、交通需要予測の実用的手法としての可能性が急速に向上している¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。本稿では、アクティビティアプローチに基づいた交通需要予測および交通行動モデルの開発を行う上で必要となるアクティビティデータに関して、調査・分析手法の変遷を概観し、特に近年のIT時代に急速に進展している情報通信技術を用いた新しいデータ収集・活用方法に着目して、最新の事例と今後の展望について整理する。具体的には、ポジショニング技術を用いた行動追跡調査、活動スケジューリング調査等に関する最新の研究成果を整理し、新たな活用方法としてそれらを統合した形でのゲーミングシミュレーション等について展望を述べる。

2. 調査・分析手法の変遷

(1) アクティビティアプローチ

交通主体の活動需要および日常生活における個人や世帯の制約条件、交通システムの制約条件、活動機会の制約条件を詳細に把握しなければ、政策や環境の変化による交通行動の変更を正しく把握できない。特に近年ではTDMやITSなどの評価のために時間軸を考慮した分析が重要であり、トリップではなくアクティビティに着目することが有効である。

アクティビティデータの内容は、いつ、どこで、何をしたか、そして移動時の交通手段が基本的な要素であり、誰と活動を行ったかなどの情報も含まれ

ることもある³⁾⁶⁾。もともとアクティビティアプローチは、Hägerstrand⁷⁾の時間地理学における概念に基づき、TSUでの一連の研究⁸⁾に起源を置き、個人や世帯の活動・交通パターンを制約する、能力の制約、結合の制約、権威の制約に着目し、時空間制約と世帯員間の相互作用を強調したアプローチである⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

(2) アクティビティベースト交通モデル

米国では、90年代半ばから交通需要予測モデルの見直しのため、Travel Model Improvement Program (TMIP)¹⁰⁾と呼ばれる大規模なプロジェクトが行われているが、アクティビティベースト交通モデルは、次世代モデルとしての期待が大きく最も力を注がれている分野の一つである。

既存研究では、交通需要予測に焦点を当てたモデルとして、CARLA⁸⁾、STARCHILD¹¹⁾、河上ら¹²⁾、SCHEDULER¹³⁾、SMASH¹⁴⁾、AMOS¹⁵⁾、PCATS¹⁶⁾、PCATS-RUM¹⁷⁾、Bowman *et al.*¹⁸⁾、GISICAS¹⁹⁾、Albatross²⁰⁾など、様々な行動理論に基づいたモデルが数多く開発されている。一方、主に時空間プリズムに着目したアクセシビリティの分析としては、Burns²¹⁾、PESASP²²⁾、Miller²³⁾、Recker²⁴⁾、瀬川・貞広²⁵⁾、大森ら²⁶⁾などの研究が挙げられる。コンピューターの計算能力の進化と共に、複雑なモデルの推定やシミュレーションが実用可能になってきており、GISとの統合の試みも始まっている¹⁹⁾。

(3) 調査手法

アクティビティの時間的な要素については、紙の調査票ベースの面接、郵送、電話調査から、パソコンベースの面接調査などが行われてきた。空間的な要素に関しては、従来からの紙の調査票への住所や建物名の記入、地図への位置の記録に始まり、近年ではGISへの入力、GPSやPHSなどポジショニング技術を利用した方法も行われている。

Keywords アクティビティ、データ収集、交通行動分析

*正会員 博士(工) 東京大学大学院新領域創成科学研究科
(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1、TEL: 03-5841-6234
FAX: 03-5841-8527、E-mail: nobuaki@ut.t.u-tokyo.ac.jp)

3 .IT を用いたアクティビティデータの収集と活用

(1) ポジショニング技術の活用

ポジショニング技術の利用により、活動場所・時刻さらには経路、速度などを調査票に記入することなく高精度で収集できるようになった。GPS を用いたダイアリー調査は、レキシントンにおける自動車利用ダイアリー調査への適用²⁷⁾を始めとして、我が国では、大森らのおよび車の複数日のダイアリー調査への活用や²⁸⁾²⁹⁾、藤原らの観光周遊行動調査への適用³⁰⁾、本田ら³¹⁾の研究など数多く行われている。また、Stopher は、自動車トリップの GPS データを、後日調査対象者にフィードバックダイアリーを補完する方法の有効性を主張している³²⁾。

特に我が国では、PHS を利用して高精度の時空間データを収集可能であり、大森ら²⁸⁾³³⁾、羽藤・朝倉³⁴⁾、朝倉ら³⁵⁾がダイアリー調査に活用している。PHS データをオンラインで取得し、調査日の夜に調査対象者に電子メール等で送信し、その情報を元にダイアリー調査票を補完するという方法も可能であろう。

その他、電波タグ³⁶⁾や万歩計³⁷⁾などの利用や、ポジショニング技術とともに加速度計³⁸⁾、CTI³⁹⁾、ビデオ⁴⁰⁾などを用いて時空間行動軌跡に追加して付加的データを取得することで、移動の詳細な実態を把握し、そのデータを様々な分析に利用できる可能性も高い。また、GIS 上に直接外出場所を入力するダイアリー調査用システムも開発されている⁴¹⁾。さらに海外では、6 週間連続のトリップ調査を行った例⁴²⁾も見られるが、ポジショニング技術の活用により調査対象者の負担を軽減することで、長期間の連続調査による日・週・月変動の把握も可能となろう。

(2) 活動スケジュールリングデータの収集

一日あるいは複数日の活動スケジュールが交通行動を決定するため、スケジュールリングに関するデータ収集の重要性が認識されている。Doherty *et al.*⁴³⁾ は、アクティビティダイアリーとともに、そのアクティビティがいつスケジュールされたかを記録する CHASE と呼ばれるパソコンベースのシステムを開発した。調査の結果、自宅外活動、仕事関連、継続時間の長い活動、他人と共に行う活動などが、その他の活動と比較して早めにスケジュールされ、突然追加される活動も多いことから、トリップチェーンの選択は同時決定ではないことを主張している⁴³⁾。また、スケジュールリングのメカニズムを理解することにより、TDM による行動の変更可能性は、

生活パターンにおける制約条件の違いから、世帯ごとに多様であることを再確認している⁴⁴⁾。

(3) ゲーミングシミュレーション

現状のアクティビティダイアリーデータに基づいた SP 調査、SA (Stated Adaptation) 調査を行うことが、環境や制約条件の変化による世帯の反応を把握する上で有効である。そこでは、交通主体に自らの活動パターンと制約条件を時間・空間上で認識させることが重要な要素となる。70 年代後半より、HATS⁸⁾⁴⁵⁾、CUPIG⁴⁶⁾、Achmad *et al.*⁴⁷⁾などゲーミングシミュレーションと呼ばれる手法を用いた研究が行われており、近年では GIS との統合が可能となってきた⁴⁶⁾。

筆者は SMAP と呼ばれる GIS ベースのシステムを開発し、一週間のダイアリーデータを利用して、高齢者世帯⁴⁸⁾および学生への適用⁴⁹⁾を行っている。SMAP は、活動パターンの選択肢集合の生成に、活動のプライオリティを考慮したスケジュール変更が可能な時空間プリズム制約の概念²⁶⁾を導入しており、送迎利用可能性と複数日の活動のトレードオフを考慮できることが特徴である。フレックスタイム、ロードプライシング、都心部への車両乗入れ・駐車規制、週休 2 日制導入などによる交通行動の変化を把握するために、時間軸を考慮した行動分析を行う上で有望であろう。また、トラベルプランディング⁵⁰⁾や TFP⁵¹⁾⁵²⁾に、このようなシステムを利用し、自動車利用削減に寄与する活動パターンの代替案の提示や、行動変更が可能なセグメントを把握するために活用できるものと考えられる。交通主体、政策決定者、交通事業者など複数主体が相互に与える影響を理解するためにも有効である⁵³⁾。

さらに、ポジショニング技術により得られる時空間行動軌跡データを活用することで、GIS ベースのゲーミングシミュレーションの有効性が増すと考えられる。軌跡を GIS 上に表示するだけでなく、経路特定アルゴリズム³⁵⁾⁵⁴⁾などを用いて移動経路を推計することで、移動時間のみならず、環境負荷量、環境暴露量などを指標とした代替活動パターンを考慮することが可能となる。交通主体が本人の行動を分析し、より満足度の高い活動パターン、より社会的に望ましい活動パターンを見出せるような意思決定支援ツールとしての期待は大きい⁵⁵⁾。

5 . 今後の展望

(1) データ収集

ポジショニング技術による行動軌跡とパソコンやインターネット、PDA 等による活動内容の把握の組合せが、次世代のアクティビティ調査手法として有望であろう。既に、PHS 端末を位置データの取得だけでなくトリップ属性の入力にも利用したシステムは開発され⁵⁶⁾、GPS とパソコンベースのダイアリー調査を組合せた手法も検討されている⁵⁷⁾。ポジショニング技術の位置精度が向上しても、活動内容に関しては別途収集する必要がある。また、行動の変更可能性を把握するために、スケジューリングや活動のプライオリティに関するデータが重要であると考えられる。いずれにせよ、被調査者の負荷が小さく詳細で精度の高い調査手法が求められる。

活動内容とともに、交通行動に影響を与える要因に関する付加的ダイアリーデータ(情報利用⁵⁸⁾、通信利用⁵⁹⁾、金銭利用(交通費含む)などの収集方法についても検討の余地がある(情報行動調査についてはかなりの蓄積がある⁶⁰⁾。一日全体ではなく、特定の施設におけるアクティビティを把握する目的では、観察により記録できる活動もある(バス停でのバス待ち中のアクティビティ⁶¹⁾など)。また、インターネットを利用した調査手法を体系的に確立することで、従来の家庭訪問調査や郵送調査と比較してコストを削減できることも期待される。

(2) IT 時代のアクティビティ

携帯電話やインターネットなどの IT の利用が交通主体の活動スケジューリングに影響を与えている⁵⁸⁾。このことは、情報収集の時空間制約の緩和とコミュニケーションのアクセシビリティの増加を意味し、今後、交通行動の動的意思決定がますます活発になることが予想され、動的な交通需要予測の必要性が高まると考えられる⁶²⁾。現実の都市空間とともに電脳空間(サイバースペース)を定義し、アクセシビリティの概念をヴァーチャルアクセシビリティへと拡張することが有効である⁶³⁾⁶⁴⁾。

また、IT 機器の利用により時空間の制約を受けずに実行可能な活動が多くなっており、移動中のアクティビティを考慮することが重要となる。従来、移動中には、新聞、読書、ラジオや音楽を聴く程度であったが、最近では携帯電話、モバイルパソコンなど

が利用できることからアクティビティの選択肢が増加し、移動の負効用が減少したとも考えられる。自動車運転中は活動が制限されるため、公共交通車内で快適にアクティビティを行える環境の整備が、相対的に公共交通の魅力を上昇させる可能性もある(携帯電話の利用にはマナーの問題が存在する)また、携帯電話の利用が交通行動を制約することもあれば(地下鉄に乗らない等)交通行動の自由度を高める効果もある(待ち合わせの時刻・場所を正確に決めない等)。

国民全体では、ここ 40 年間で、睡眠時間の減少、自由時間増加の傾向があり⁶⁵⁾、近年の IT による交通代替や、効率的な移動などにより節約された時間は自由目的活動に利用される可能性がある⁶⁶⁾。また、その中で細切れな時間は、さらに IT 利用に振り向けられることも予想される。拘束的活動を節約するための IT 機器は今でも数多く存在する⁶⁷⁾。

従来の交通モデルは、移動時間や移動費用という比較的計測が容易な説明変数で代替してきたとも考えられる。移動中の活動も含めて、アクティビティを計測単位とすることで、真の意味でのアクティビティモデルが開発可能となるものとする。

参考文献

- 1) 原田昇: 交通需要予測の今日的課題, 交通工学 32 増刊号, pp.4-9, 1997.
- 2) 北村隆一: 交通需要予測の課題: 次世代手法の構築にむけて, 土木学会論文集 No.530 / -30, pp.17-30, 1996.
- 3) 北村隆一: 都市圏交通調査の新たな展開, 都市計画 225, pp.23-26, 2001.
- 4) 河上省吾: 交通需要予測の意義と課題 - その発展過程と社会的要請の観点からの考察, 運輸と経済 58(7), pp.32-40, 1998.
- 5) McNally, M. G.: The activity-based approach. In Hensher, D. and K. J. Button eds., Handbook of Transport Modelling, Pergamon, pp.53-69, 2001.
- 6) Stopher, P. R.: Use of an activity-based diary to collect household travel data, Transportation 19, pp.159-176, 1992.
- 7) Hägerstrand, T.: What about people in regional science?, Papers of the Regional Science Association 24, pp.7-21, 1970.
- 8) Jones, P. M., M. C. Dix, M. I. Clarke and I. G. Heggie: Understanding Travel Behaviour, Gower, 1983.
- 9) 近藤勝直: 交通行動分析, 晃洋書房, 1987.
- 10) U.S. Department of Transportation: Travel Model Improvement Program, <http://tmip.tamu.edu/about.stm>.
- 11) Recker, W. W., M.G. McNally and G.S. Root: A model of complex travel behavior. part 1: theoretical development, Transportation Research A20, pp.307-318, 1986.
- 12) 河上省吾, 磯部友彦, 仙石忠広: 時間制約を考慮した 1 日の交通・活動スケジュール決定プロセスのモデル化, 土木計画学研究・論文集 4, pp.189-196, 1986.
- 13) Gärling, T., K. Brannas, J. Garvil, R.G. Golledge, S. Gopal, E. Holm and E. Lindberg: Household activity scheduling, proceedings of the 5th WCTR, Vol.4, pp.235-248, 1989.
- 14) Ettema, D., A. Borgers and H. Timmermans: SMASH (Simulation Model of Activity Scheduling Heuristics): some simulations,

- Transportation Research Record 1551, pp.88-94, 1996.
- 15) RDC, Inc.: Activity-Based Modeling System for Travel Demand Forecasting, 1995.
 - 16) 藤井聡, 大塚祐一郎, 北村隆一, 門間俊幸: 時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築, 土木計画学研究・論文集 14, pp.643-652, 1997.
 - 17) Fujii, S., R. Kitamura and T. Monma: A utility-based micro-simulation model system of individuals' activity-travel patterns, paper presented at TRB 77th Annual Meeting, 1998.
 - 18) Bowman, J. L., M. Bradley, Y. Shiftan, T. K. Lawton and M. Ben-Akiva: Demonstration of an activity based model system for Portland, paper presented at the 8th WCTR, 1998.
 - 19) Kwan, M. -P.: GIS/CAS: An activity-based travel decision support system using a GIS-interfaced computational-process model. In Ettema, D. and H. Timmermans eds., Activity-Based Approaches to Travel Analysis, Elsevier Science, pp.117-134, 1997.
 - 20) Arentze, T., A. Borgers, F. Hofman, S. Fujii, C. Joh, A. Kikuchi, R. Kitamura, H. Timmermans and P. van der Waerden: Rule-based versus utility-maximizing models of activity-travel patterns: a comparison of empirical performance. In Hensher, D. ed., Travel Behaviour Research: The Leading Edge, Pergamon, pp.569-583, 2001.
 - 21) Burns, L. D.: Transportation, Temporal, and Spatial Components of Accessibility, LexingtonBooks, 1979.
 - 22) Lenntorp, B.: A time-geographic simulation model of individual activity programmes. In Carlstein, T., D. Parks and N. Thrift eds., Timing Space and Spacing Time, Vol.2, Human Activity and Time Geography, pp.162-180, 1978.
 - 23) Miller, H. J.: Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: Basic theory and computational procedures, Geographical Analysis 31(2), pp.187-212, 1999
 - 24) Recker, W. W.: The household activity pattern problem: general formulation and solution, Transportation Research B29, pp.61-77, 1995.
 - 25) 瀬川祥子, 貞広幸雄: 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), pp.11-18, 1996.
 - 26) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 生活活動パターンを考慮した高齢者のアクセシビリティに関する研究 ~ 秋田市をケース・スタディとして ~, 土木計画学研究・論文集 15, pp.671-678, 1998.
 - 27) Murakami, E. and D. P. Wagner: Can using global positioning system (GPS) improve trip reporting, Transportation Research C7, pp.149-165, 1999.
 - 28) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 交通行動調査への GPS の適用可能性に関する研究, 第 18 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.5-8, 1998.
 - 29) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 高度情報機器を用いた交通行動データ収集の可能性, 第 34 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.169-174, 1999.
 - 30) 藤原章正, 杉恵頼寧, 岡村敏之, 山田敏久: GPS を用いた観光周遊行動調査の適用可能性, 土木計画学研究・講演集 24, CD-ROM, 2001.
 - 31) 本田卓, 寺部慎太郎: 地方部の自動車交通行動分析に向けた GPS データの利用可能性, 第 56 回土木学会年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2001.
 - 32) Stopher, P.: Using passive GPS as a means to improve spatial travel data, proceedings of ITS Sydney 2001, CD-ROM, 2001.
 - 33) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: PHS の位置情報サービスを用いた高齢者の一週間の交通行動調査, 第 19 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.113-116, 1999.
 - 34) 羽藤英二, 朝倉康夫: 時空間アクティビティデータ収集のための移動体通信システムの有効性に関する基礎的研究, 交通工学 35(4), pp.19-27, 2000.
 - 35) 朝倉康夫, 羽藤英二, 大藤武彦, 田名部淳: PHS による位置情報を用いた交通行動調査手法, 土木学会論文集 No.653 / -48, pp.95-104, 2000.
 - 36) 国土交通省関東地方整備局 (財) 計量計画研究所: 平成 13 年度プローブデータを用いた交通調査の高度化検討業務報告書, 2002.
 - 37) 森本章倫, 中村文彦, 牧村和彦, 村上智章: 万歩計を用いた歩行者交通行動に関する調査研究, 土木計画学研究・論文集 18(3), pp.477-482, 2001.
 - 38) 岡本篤樹, 鈴木明宏, 李竜煥, 田名部淳, 朝倉康夫: PEAMON(Personal Activity MONitor)の開発と機能実験, 土木計画学研究・講演集 23(1), pp.659-662, 2000.
 - 39) 牧村和彦, 原田昇, 石田東生, 岡本直久: 移動体通信システムに着目した交通観測技術の動向とパフォーマンス調査の適用可能性, 第 37 回土木計画学シンポジウム論文集, pp.81-88, 2001.
 - 40) Kullenberg, J., N. Harata and K. Ohta: Researching drivers' information stress in the en route situation, 土木計画学研究・講演集 24, CD-ROM, 2001.
 - 41) Kreitz, M., S. T. Doherty and G. Rindsfueser: Collection of spatial behavioral data and their use in activity scheduling models, TRB 81st Annual Meeting, CD-ROM, 2002.
 - 42) Axhausen, K. W., A. Zimmermann, S. Schonfelder, G. Rindsfuser and T. Haupt: Observing the rhythms of daily life: a six-week diary, Transportation 29, pp.95-124, 2002.
 - 43) Lee, M. S. and M. G. McNally: On the structure of weekly activity/travel patterns, TRB 81st Annual Meeting, CD-ROM, 2002.
 - 44) Doherty, S. T.: Household activity rescheduling in response to automobile reduction scenarios, TRB 81st Annual Meeting, CD-ROM, 2002.
 - 45) Ampt, E. S. and P. M. Jones: Attitudes and Responses to Traffic Congestion and Possible Future Counter-Measures, An Exploratory Study of Household Travel in Bristol, TSU Ref 683, 1992.
 - 46) Lee-Gosselin, M. E. H. and T. S. Turrentine: Investigating past and future choice sets of car-users, with special reference to perceptions of safety, paper presented at the 8th IATBR, 1997.
 - 47) Ahmed, A. K. F., S. Carapetis and M. A. P. Taylor: Rural transport in Bangladesh: impact of non-motorised transport on households' activity-travel patterns, Journal of the EASTS 1(3), pp.893-909, 1995.
 - 48) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 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, pp.667-676, 2000.
 - 49) 大森宣暁, 原田昇, 太田勝敏: 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, 地理情報システム学会講演論文集 10, pp.385-388, 2001.
 - 50) Rose G. and E. Ampt: Travel Blending: an Australian travel awareness initiative, Transportation Research D6, pp.95-110, 2001.
 - 51) 谷口綾子, 原文宏, 高野伸栄, 加賀屋誠一: TDM の心理的方略 "TFP" の手法と可能性, 第 25 回土木計画学研究発表会, 2002.
 - 52) 松村暢彦, 新田保次, 谷村和則: TFP の手続簡略化による態度と行動変容への影響, 第 25 回土木計画学研究発表会, 2002.
 - 53) Jones, P. M.: 'HATS' Educational Manual: Studying Travel in the Context of Household Activity Patterns, TSU Ref.193/PR, 1982.
 - 54) Makimura, K., Kikuchi, H., Tada, S., Nakajima, Y., Ishida, H. and Hyodo, T.: Performance indicator measurement using car navigation systems, TRB 81st Annual Meeting, CD-ROM, 2002.
 - 55) 原田昇: 合理的な人間行動をモデル化する, 東京大学交通ラボ, それは足からはじまった, pp.258-264, 技法堂出版, 2000.
 - 56) 有村幹治, 高野精久: インターネット接続機能を用いた PHS 交通調査システムの開発, 第 56 回土木学会年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 2001.
 - 57) High-tech answers to travel behavior question, ITS Review, November 1999-May 2000, pp.6-7, 2000.
 - 58) 大森宣暁, 原田昇, 太田勝敏: 活動プログラム実行時の情報利用行動に関する研究 ~ 一日営業マン実験を通して ~, 土木計画学研究・講演集 24, CD-ROM, 2001.
 - 59) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 情報通信利用が個人の活動スケジュールに与える影響, 土木計画学研究・論文集 18(4), pp.587-594, 2001.
 - 60) 東京大学社会情報研究所編: 日本人の情報行動 2000, 東京大学出版会, 2001.
 - 61) 平野孝之, 大森宣暁, 原田昇, 太田勝敏: バス待ち抵抗緩和のためのバス停整備に関する研究, 第 57 回土木学会年次学術講演会, 2002.
 - 62) Ben-Akiva, M., J. L. Bowman and D. Gopinath: Travel demand model system for the information era, Transportation 23, pp.241-266, 1996.
 - 63) 平本一雄編: 新時代の都市計画 6-高度情報化と都市・地域づくり, ぎょうせい, 1999.
 - 64) Golob, T. F.: Travel Behavior.Com: Activity approaches to modeling the effects of information technology on personal travel behavior, paper presented at the 9th IATBR, 2000.
 - 65) NHK 放送文化研究所編: 日本人の生活時間 2000 NHK 国民生活時間調査, NHK 放送文化研究所, 2001.
 - 66) 北村隆一編: ポストモータリゼーション, 学芸出版会, 2002.
 - 67) 1 日の価値が 2 倍になる商品, 日経トレンド No.195, pp.58-83, 日経ホーム出版社, 2002.