

# 世帯員間の相互作用を考慮した活動交通分析

## ～ 時空間制約に着目した同乗可能性 ～

### Activity and Travel Analysis Considering Interaction between Household Members

### ～ Availability of Passenger Trip from the Viewpoint of Space-Time Constraints ～

大森 宣暁\* 室町 泰徳\*\* 原田 昇\*\*\* 太田 勝敏\*\*\*\*

Nobuaki OHMORI Yasunori MUROMACHI Noboru HARATA Katsutoshi OHTA

## 1. はじめに

交通は活動の派生需要であるという概念に基づいたアクティビティアプローチの視点から、個人の交通行動の意思決定構造を明らかにしていこうという研究が近年盛んに行われている。アクティビティダイアリーデータを用いたアクティビティベースの活動スケジュール決定モデルは、個人の詳細な制約条件を考慮できることが利点であり、次世代の交通需要予測モデルとしての期待が大きい。また、意思決定の単位として世帯に着目し、政策に対する反応行動を世帯全員の行動調整の結果として捉えようとするゲーミングシミュレーションの手法が存在する<sup>1)</sup>。この手法は、世帯員間の制約いわば相互作用を詳細に考慮できるため、より現実的な回答を得ることが可能である。

世帯員間または複数の個人間の相互作用を考慮しなければ分析できない交通行動現象として、自動車同乗が挙げられよう。自動車同乗は、高齢者にとってはモビリティ確保のための重要な交通手段であり、また TDM 政策においては相乗りという一つの自動車利用削減の手法となり得る。

本研究においては、詳細なアクティビティダイアリーデータ、交通ネットワークデータ、活動機会データを利用し、活動スケジュールの時空間制約を考慮して、自動車同乗の可能性を判定できるモデルを構築し、モデルの適用例として高齢者の同乗可能性

に関する分析を行うことを目的とする。

## 2. 使用データについて

### (1) 調査概要

平成 11 年 2 月 22 日(月)～2 月 28 日(日)の一週間、秋田県秋田市内に居住する 65 歳以上の無職高齢者のいる 13 世帯、30 人(無職高齢者 20 人、高校生以上の非高齢者 10 人)を対象に、活動日誌調査とトリップ調査を組み合わせた調査を行った。活動日誌では自宅内での活動についても記入してもらっている。世帯構成による活動パターンの違いを見る目的で、単身世帯 4 世帯、夫婦世帯 4 世帯、同居世帯 5 世帯を対象とした。本調査においては、できる限り正確で詳細な時空間データを得るために、同時に PHS の位置情報システムも活用し<sup>2)</sup>、活動場所については具体的な建物名を記入してもらい、不明な場所については後日訪問して、活動場所を確認した。

### (2) 調査データの外出特性

調査データの外出特性について概観する。高齢者と非高齢者とを比較すると、高齢者の方が外出日数、サイクル数、トリップ数ともに小さいという一般的な傾向が見られる(表 1)。また、自動車を運転できない高齢者について全トリップに対する交通手段が同乗の割合は、同居世帯 22%、夫婦世帯 11%、単身世帯 4%となった。

表 1 調査データの外出指標

	外出日数 (日/7日)	サイクル数 (/日)	トリップ数 (/日)
高齢者	5.0	1.0	2.5
非高齢者	6.1	1.4	3.5

**Keywords** 交通行動分析、自動車保有・利用、交通弱者対策

\*学生員 工修 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

\*\*正会員 工博 東京大学工学部附属総合試験所

\*\*\*正会員 工博 東京大学大学院新領域創成科学研究科

\*\*\*\*フェロー Ph.D 東京大学大学院工学系研究科

(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1、TEL 03-5841-6234、

FAX 03-5841-8527)

### 3. 分析モデルについて

本研究で構築したモデルについて記述する。本モデルは、運転者と同乗者の一日の活動スケジュールの時空間制約を考慮して同乗の可能性を判定し、また代替活動パターンの移動指標などを算出するものである。時空間制約を考慮するために時空間プリズム<sup>3)</sup>の概念を用いるが、本研究におけるプリズムの考え方を以下に記す。

運転者および同乗者の活動を時空間制約の違いによって以下の3種類に分類する。

- 活動(a)...その活動を行う時刻・時間・場所が固定
- 活動(b)...その活動を行う時間・空間が固定
- 活動(c)...その活動を行わなくても良く、行う場合は時刻・時間・空間ともに自由(活動(a)、活動(b)以外)

活動(a)を固定活動とし、ある活動(a)と次の活動(a)の範囲でのみ活動(b)の時刻を調整可能とし、活動(c)に割り当てられる時間をひとまとめにした時に、利用交通手段の速度に応じてプリズムが決定されるものとする<sup>4)</sup>。

ダイアリーデータに現れている実際の外出活動に関しては、運転者のプリズムが同乗者のトリップに重なる場合に同乗可能とする(図1-1)。また、同

乗者の全てのプリズムに対して、同乗者が調査期間中に行った全ての外出活動が実行可能かどうかを判定する。この場合は、活動機会の営業時間を設定し、同乗者がプリズム内でその活動を行うことができ、かつ運転者のプリズムがトリップに重なるときに、同乗が可能と判定する。例えば、図1-2はプリズム内で活動が実行可能であり、往路のみ同乗が可能な場合の例である。同様に、図1-3は復路のみ同乗が可能な場合の例である。図1-4の場合には、往路復路ともに同乗が可能であり、かつ運転者と同乗者は共に活動を行うことも可能である。

表2に示すように、個人のアクティビティダイアリーデータ、交通ネットワークデータ、活動機会データを入力することで、各トリップに対する同乗可能性および各プリズムに対する同乗による活動実行可能性が出力される。今回は秋田市に適用しているため、道路OD時間、バスOD時間については独自にネットワークデータを作成して計算している<sup>[1]</sup>。

表2 入力データ

需要サイド	アクティビティダイアリー 活動の時空間制約
交通供給サイド	道路 OD 時間(ノード~ノード) バス OD 時間(バス停~バス停)
活動機会サイド	活動機会立地 営業時間帯

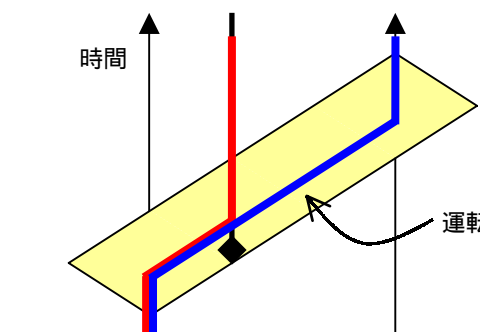


図1-1 実際のトリップで同乗が可能な例

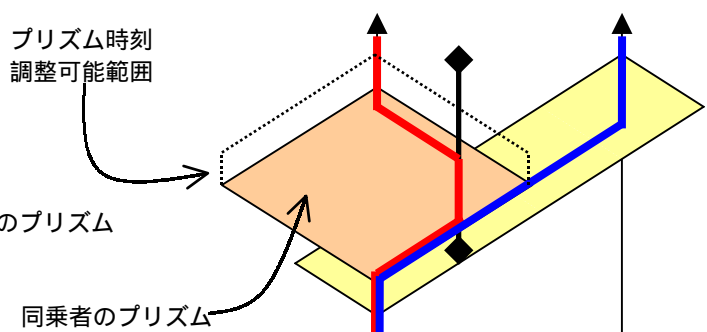


図1-2 プリズム内で往路のみ同乗が可能な例

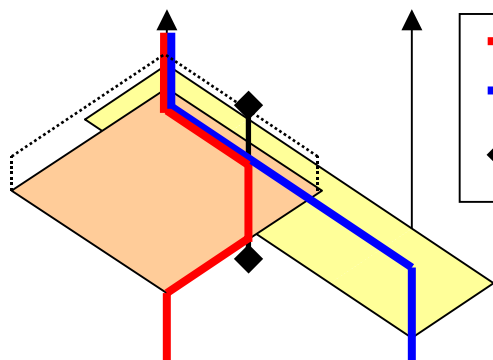


図1-3 プリズム内で復路のみ同乗が可能な

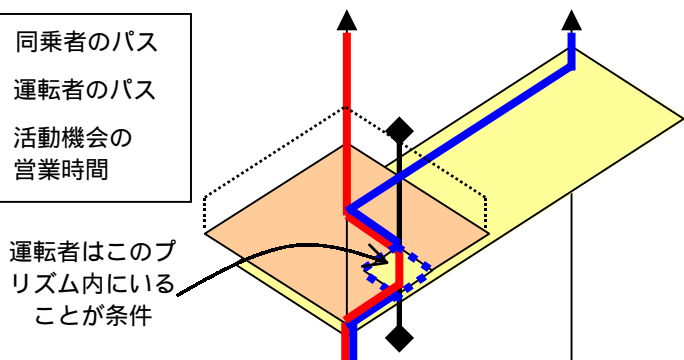


図1-4 プリズム内で往路復路とも同乗が可能な

#### 4. 高齢者の同乗交通へのモデルの適用例

##### (1) 高齢者の同乗・送迎交通の既存研究について

同乗交通は、徒歩や自転車以外出可能な範囲外への交通手段として、また徒歩や自転車、公共交通での外出が困難で、しかも自動車を運転できない高齢者にとって重要な交通手段である。高齢者の同乗・送迎実態に着目した既存研究の成果として、以下の点が明らかにされている<sup>5)6)</sup>。

- ・ 高齢者の同乗のほとんどが家族間で行われており、配偶者や子供が運転者となっている。
- ・ 帰宅する際に他の交通手段を利用している人が半数以上あり、送迎交通はそれ自体で完結した交通にはなっていない。

##### (2) 同乗可能性と実態

本モデルを適用し、日常生活でどのくらい同乗の可能性が存在するのかを確認し、その上でどのくらいの割合で実際同乗を利用しているかを分析する。ここでは、家族間での同乗に限定し、夫婦世帯または同居世帯の高齢者の中で、自動車を運転できず、かつ世帯内に自動車を運転できる人がいる場合を対象とする。使用データの中で、このような状況にある高齢者は7人、運転者は9人存在し、同一世帯内の高齢者と運転者との組み合わせは10組ある。

まず、実際のトリップに対して同乗が利用可能であったかどうかを判定した結果を表4に示す。トータルでは75%のトリップで同乗が可能であると判定された。しかし、同乗が可能な状態で実際同乗を利用しているのは、35%である。それ以外の交通手段を利用した場合についてみると、徒歩が38%と多く、外出場所が近い場合は同乗を利用しない傾向が伺われる。また、遠い外出場所の場合はタクシーやバスを利用しているが、これは高齢者と運転者ともに時空間制約以外の要因のために同乗が選択されなかったものと考えられる。

また、トリップ単位ではなく、往復の1サイクルに着目すると、往路のみ同乗で復路は違う交通手段を利用しているケースがいくつか見られる。本モデルによる出力結果においても、往路または復路のみ同乗を利用可能であると判定された場合もあった。この結果は、既存研究における帰宅時に他の交通手

段を利用している人が半数以上いるという結果が、高齢者と同乗者の時空間制約が合わないことが原因の一つであることを示唆する。

表3 実際のトリップに対する同乗可能性と実態

高 齢 者	運 転 者	運 転 者 続 柄	運 転 者 職 業	同乗可能 トリップ	同乗利用 トリップ	同乗利用 ／ 同乗可能
P1	D1	配偶者	無職	100%	43%	43%
P2	D2	配偶者	無職	0%	0%	—
P2	D3	子供夫婦	通勤者	100%	0%	0%
P2	D4	子供夫婦	通勤者	100%	0%	0%
P3	D5	子供夫婦	通勤者	63%	25%	40%
P4	D6	子供夫婦	通勤者	0%	0%	—
P5	D7	配偶者	無職	100%	60%	60%
P6	D7	配偶者	無職	100%	0%	0%
P7	D8	子供夫婦	自営業	82%	18%	22%
P7	D9	子供夫婦	自営業	55%	18%	33%
計				75%	35%	35%

\* 同乗可能トリップ…全トリップに対する同乗可能だった割合  
同乗利用トリップ…全トリップに対する同乗を利用した割合  
同乗利用／同乗可能…同乗利用トリップ／同乗可能トリップ

また、高齢者が実際行った外出活動について、その活動がその日の他の時間帯や、他の日に行ってもよい活動であった場合については、高齢者が実際トリップを行ったプリズムにおいては同乗が利用できなくても、その日の他の時間帯や、他の日であれば同乗が利用可能であったという判定となった。

##### (3) 同乗が可能となった場合の一般化乗車時間の評価

次に、利用交通手段別の身体抵抗を表す等価時間係数<sup>[2]</sup>を用いて、高齢者の実際のトリップの一般化乗車時間と、同乗の可能性のある全ての高齢者のトリップ（他の時間帯や他の日に行ってもよい外出活動に対するトリップを含む）で同乗を行った場合との一般化乗車時間との比較を行う。また、運転者については実際のトリップの運転時間と、全ての高齢者のトリップに対して同乗を供給した場合の運転時間を算出した。計算結果を表4に示す。当然のことだが、高齢者の一般化乗車時間は大きく減少することになる。一方、運転者は同乗を供給することで迂回をしたり、追加的にトリップを行うことになり運転時間が増加することになる。両者の値は単純には比較はできないが、運転者の運転時間の増加分と比べて、高齢者の一般化乗車時間の減少分が大きく、高齢者と運転者の移動抵抗の合計は減少することが

予想される。

表4 同乗の可能性のある全てのトリップで同乗が可能となった場合の高齢者の一般化乗車時間と運転者の運転時間の変化(分)

		高齢者 一般化乗車時間(分)		運転者 運転時間(分)	
		現状	可能な トリップは 全て同乗	現状	可能な トリップは 全て同乗
P1	D1	141	49	142	152
P2	D2	163	21	89	117
P2	D3	163	21	454	482
P2	D4	163	21	6	34
P3	D5	44	32	193	203
P4	D6	132	132	236	236
P5	D7	41	9	28	35
P6	D7	24	1	28	29
P7	D8	207	32	224	235
P7	D9	207	32	0	6

\* 高齢者の単位はバス着席時間に直したもの

## 5. まとめと今後の研究方針

本研究では、運転者と同乗者の活動スケジュールの時空間制約を考慮して、同乗の実行可能性を判定するモデルを構築した。モデルの適用例として、アクティビティダイアリーデータを用いて、高齢者の同乗可能性に関する分析を行った。分析の結果、自動車を運転できない高齢者の日常生活においては、同乗成立のための時空間制約を満たす場合は多いが、実際送迎を利用しているのはそのうち 30%程であり、外出場所が近い場合や、それ以外の要因が存在する際には同乗を利用していない。また荒い計算ではあるが、同乗が可能な高齢者の全てのトリップで同乗を利用したと仮定した場合には、高齢者の一般化乗車時間は大きく減少し、運転者の運転時間の増加分の抵抗を上回るものと考えられる。

本研究で使用したデータのように、世帯全員の複数日の活動日誌データを利用することで、個人のデータまた一日のダイアリーデータのみからは分析できない現象を分析することが可能となる。特に活動パターンの選択肢集合や交通政策への反応行動を正確に捉えるためには、世帯員間の制約や相互作用を考慮できるツールは有効であると考えられる。本研究で構築したモデルの今後の発展可能性としては、

- ・ GIS とリンクさせることによって、汎用性の高いゲーミングシミュレーション手法を用いた調査・

分析手法を開発し、世帯員間の相互作用を考慮した交通政策への反応を捉える（例えば、世帯内の通勤者の出勤時刻変更により送迎が可能になる、コミュニティバスや STS の導入により送迎の必要性がなくなる、等の交通現象）。

- ・ 一方で、世帯全員のデータにより交通診断を行い、一週間を単位とした交通行動の変更による自動車利用の削減を目的としたトラベルプランディング<sup>7)</sup>に適用する。

以上のような点を視野に入れて研究を進めていきたいと考えている。

## 注

- [1] 道路ネットワーク上の自動車の速度は DID 内 26km/h、DID 外 39 km/h として、OD 間の最短所用時間の経路の移動時間を道路 OD 時間とした。バスの移動速度は、DID 内 20km/h、DID 外 30km/h とし、待ち時間、乗り換え時間を考慮して、さらに等価時間係数を用いて一般化乗車時間を計算し、バス停間の最小一般化乗車時間の経路の移動時間をバス OD 時間とした。徒歩速度は 4km/h と設定した。
- [2] 既存研究において求められた等価時間係数を参考に次の値とした - 高齢者バス着席 1、徒歩 2.4、乗り換え 5.2、待ち 1.9、同乗 0.8

## 参考文献

- 1) P. M. Jones: Experience with Household Activity-Travel Simulator (HATS), Transportation Research Record 765, pp.7-12, 1980.
- 2) 東京大学生産技術研究所: ITS に関する基礎的先端的研究, pp.139-156, 1999.
- 3) T. Hägerstrand: What about people in regional science?, Papers of the Regional Science Association, 24, pp.7-21, 1970.
- 4) 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.
- 5) 今野速太, 清水浩志郎, 木村一裕, 五十嵐日出夫: 高齢者のモビリティ確保における送迎交通の実態, 第 29 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.103-108, 1994.
- 6) 藤田光宏: 公共交通不便地域における高齢者の自動車同乗の実態とその類型化について, 東京都立大学修士論文, 1999.
- 7) 原田昇, 牧村和彦: 欧米の交通円滑化の取り組み - 持続可能なモビリティ戦略 -, 道路交通経済'98-4, pp.35-47, 1998.
- 8) 申連植: 移動制約者を考慮した公共交通システムとその評価に関する研究, 東京都立大学学位論文, 1997.
- 9) 新田保次, 上田正, 森康男: 高齢者の交通形態別等価時間係数と時間価値, 土木計画学研究・講演集 No.16(2), pp.191-194, 1993.