

# 移動スケジュール推薦システムを利用した 移動目的の取得と精度の検証

高比良 諭<sup>1,a)</sup> 金森 亮<sup>2,b)</sup> 伊藤 孝行<sup>3,c)</sup>

**概要:** 都市交通などの社会システムの改変にはシミュレーションによる評価が有効である。シミュレーションに利用するデータ収集方法としては、従来からよく用いられ行政主導で行われるパーソントリップ調査や、GPS 機能を搭載した携帯電話やスマートフォンのログを収集する手法などが挙げられるが、調査期間を区切って行うことが多い。長期間のデータ収集では被験者の負担が増大するため、長期に渡る調査を行っても被験者の負担が小さく、継続的なデータ収集を可能とするシステム構築が望まれる。本研究では、毎日利用するスケジュール帳に着目し、移動状況の計算を同一サイトのアプリケーション上で自動的にを行い、ユーザに示すプログラムを作成し評価実験を行った。また、本システムを通して得られるデータの特性につて、調査を行った。

## 1. はじめに

都市交通などの社会システムに関する方策検討には、計算機上で実社会を仮想化するシミュレーション評価が有効である。一方、利害関係者が多い問題では特にシミュレーションの説明力と再現精度の向上が求められており、マルチエージェントモデルや効率的な実データ収集手法が研究対象となっている。これまで市民の活動・交通行動データを収集する手法としては、パーソントリップ (PT) 調査 [12] やアクティビティ・ダイアリー (AD) 調査があり、近年では IT 化の流れに即して紙ベースから Web ベースの調査手法となっている [10]。また、携帯電話の普及に伴って GPS データの利用もなされてきており、特に従来の PT 調査や AD 調査では収集困難であった経路情報に関する分析が注目されている。

一方で市民から活動・交通行動データを収集することは大きな調査負担となり、途中入力や事後確認の作業を省略した効率的・継続可能なデータ収集手法の一環として、GPS データや加速度データから自動的に滞在地や交通手段を特定する手法に関する研究が盛んになされている。

本研究では、より被験者の調査負担が小さく、継続可能な交通行動データの収集手法の一つとして、スケジュール

の利用を提案し、次の3点を確認した。

- スケジューラを利用したトリップ収集が可能であること
- 移動手段の推薦はユーザにとって有用であること
- GPS 情報と組み合わせることで、移動目的の特定精度を向上させることが可能であること

スケジュールを利用する最大の利点は GPS データ等から自動判別しづらい「活動・移動目的」の情報が直接的に収集できることである。また、従来のスケジュールに移動情報を同時に提供することで、利用者の利便性を向上させている。

## 2. 生活・交通行動データの必要性和最近の収集手法

### 2.1 生活・交通行動データの必要性

人々の行動履歴 (アクティビティデータ) を収集することで、様々なシミュレーションに活用することができる。例えば、MATSim [4] は大規模エージェントベースの交通シミュレーションを実装するためのフレームワークである。MATSim フレームワークはさまざまなモジュールで構成されており、それぞれのモジュールは各研究者の実験内容にそって、独自の実装に置き換えることができる。MATSim は、モジュールによって、生成される出力を解析するための需要モデリング、モビリティエージェントベースシミュレーション、再計画、および反復シミュレーションを実行するためのフレームワークを提供する。データがより大量で正確なほどシミュレーションの精度も上がっていくこと

<sup>1</sup> 名古屋工業大学 情報工学専攻, Nagoya Institute of Technology

<sup>2</sup> 名古屋大学 未来社会創造機構, Nagoya University

<sup>3</sup> 名古屋工業大学 情報工学/産業戦略工学専攻, Nagoya Institute of Technology

a) takahira.satosh@itolab.nitech.ac.jp

b) kanamori.ryo@nagoya-u.jp

c) ito.takayuki@nitech.ac.jp

は明らかであり、MATSimのような大規模シミュレーションが必要とされている。

## 2.2 生活・交通行動データ収集の現状

生活行動実態把握は都市政策を決定する上で非常に重要な役割を担っている。交通シミュレーターにおいて、実際の都市の交通渋滞などをどう緩和させていくかを議論する際にも、実際にどの時間帯にどのような人々が何の目的である場所を利用するのかということが把握できなければ、混雑を根本から解決するには至らない。たとえば日本では、時差出勤導入を検討する際にも社会実験レベルから本格実施レベルまで、さまざまな調査が行われている。

図 1 手書き入力調査用紙の例

交通需要マネジメントの定義は様々なものが存在するが、国土交通省によると、「車の利用者の交通行動の変更を促すことにより、都市や地域レベルの道路交通を緩和する手法 [11]」である。しかし、本定義は狭義の交通需要マネジメントであり、現在の交通需要マネジメントの定義としては、モビリティ・マネジメントのように交通需要の背後にある人々の態度や価値にかかわる行動要因に踏み込んで、交通需要を含めた広義の定義が普及してきている [10]。つまり、「個人の活動場所や時刻などを変更することで交通需要を管理すること」も交通需要マネジメントといえる。従来の生活行動実態把握の手法は、手書き入力というアナログな手法が多い。調査用紙 (図 1) に日付と共に時間帯によ

る移動方法を手書きで記入させ、調査用紙を回収して解析を行う。しかし、調査用紙を一定期間毎日記入するという事は非常に負担がかかることであり、また、一定期間しか続けることができないため継続的に情報の提供を受けることは非常に難しい。そこで、調査方法をデジタル化することによって、ユーザの負担を軽減しようという試みが近年行われてきた。その流れはスマートフォンを用いた調査へと進んでいる。実際に Yingling Fan らのスマートフォンを用いた研究 [7] では、アンドロイドスマートフォン向けに開発されたアプリケーション「UbiActive」で交通行動のモニタリング実験を行なっている。Yingling Fan らの研究から、UbiActive の交通行動や位置情報のリアルタイムデータを収集する機能に、交通行動をユーザが評価し報告する場合のデータと同様の能力があることが確認されている。実施されたテストでは、参加者の交通行動や交通関連の地点移動に対する意識を高めるために、スマートフォン技術を採用することが有効である可能性が示された。

## 2.3 関連研究

### 2.3.1 GPS を用いた移動軌跡の収集

人々の移動や滞在を調査する新手法として現在一番注目されている手法が、スマートフォンなどに搭載されている GPS 情報を利用する手法である。2.2 節で紹介した Yingling らの研究から、UbiActive の交通行動や位置情報のリアルタイムデータを収集する機能に、交通行動をユーザが評価し報告する場合のデータと同様の能力があることが確認されている。UbiActive ユーザは移動行動終了後に移動目的などの情報を手入力する。実施されたテストでは、参加者の交通行動に対する意識を高めるために、スマートフォン技術を採用することが有効である可能性が示された。

他にも、ユーザ自身が目的情報を入力する研究が存在する。Caitlin Cottrill Doyle らの研究 [1] では、スマートフォンの GPS 情報を利用して移動軌跡を収集し、あとからユーザが手動で滞在地点、時間、および目的を入力する。移動手段についても、代表移動手段をユーザが入力する。Yingling らの研究や Caitlin らの研究のように、被験者 (ユーザ) の負担を増やすことによって得られるデータの精度は向上する。しかし、行動を終えた後に自分の行動を報告する作業は、ユーザの利益になりにくく長期間継続することは難しい。本研究では、移動目的などの情報をユーザの負担になりにくいシステムを作成し、情報の収集を行う。

Yijing Lu らの研究 [8] では、GPS ベースのデータに対する効率的な後処理方法の研究を行った。移動目的を地理空間位置データと土地利用データを用いて推定し、機械学習を用いたトリップの目的の検出を自動化する。自宅や勤務地と目的地に基づき、決定木やサポートベクターマシンなどを利用して判定し、80%の移動目的推定に成功してい

る。過去に入力されたトリップの移動目的を元に最新の移動目的を推定するが、過去に滞在した履歴のない地点に対する移動目的は推定することが難しく、ユーザの入力による正解を得ることが望ましい。本研究では、ユーザが入力した目的を収集することを目指す。

### 2.3.2 IC カードを用いたアクティビティ収集

交通行動を追跡する GPS 以外の方法に、近年利用が広まってきた交通 IC カードを利用する手法がある。Flavio Devillaine らの研究 [3] では、場所、時間、および期間などの情報を利用し、利用者の活動目的の検出と推定のための方法論を提示した。サンティアゴ、チリ、ガティノー、およびカナダで得られたデータを比較分析し、社会学、文化的小および政学的な違いを見出した。Flavio らの研究では、移動目的についても言及している。カードに登録された個人情報データの年齢を用い、滞在時間帯や頻度から、work, school, home, および other の 4 つに大別した。買い物や友人宅訪問などはすべて other に含まれる。

IC カードからは、一般的に公共交通機関の支払履歴や、一部利用可能店での購買活動についてデータとして収集可能である。購買活動の購入履歴を得ることができれば、移動目的についてより正確に把握することが可能である。しかし、IC カードからは公共交通機関以外を利用した移動履歴については把握することが難しく、購買活動がなかった場合は移動目的も推定が難しい。本研究では、徒歩、車、および公共交通機関に対応した移動経路検索を行い、ユーザの入力による移動目的の収集をして、より詳細な移動目的の収集を目指す。

## 2.4 類似目的のアプリケーション

アクティビティを収集するという観点から、自分のライフログを作成することを目的としたスマートフォンアプリケーション「Moves[6]」を紹介する。

Moves は健康管理目的のアプリケーションであり、1日の自分の行動を把握し、行動のうちカロリーを消費する動作の継続時間などを自動で記録するものであった。公開当初から他アプリケーションとの連携を容易に行うための API を設けており、Moves で得たデータを解析や可視化する様々なアプリケーションが開発されていた。公開当初は有料アプリであったが、2014年4月に Facebook 社に買収され、無料で手に入れることが可能となった。

Moves では、スマートフォンの加速度や GPS 位置情報を用いてユーザの移動と滞在を判定し記録する。移動について、移動手法は、walk, run, cycling, および transport の 4 つに自動的に判別される。滞在地点は、位置情報に変化のなかった地点の GPS 情報とともに、地名が自動的に挿入される。滞在地点名はユーザが任意に変更したり、WEB 上に登録された店舗名から検索して選択することも可能である。

本研究では、Moves から得られたデータを目視によって判別し、移動および滞在地点の正解データの作成に利用した。

## 3. スケジューラシステムの作成

### 3.1 経路検索と時間算出の根拠

本システムの自動経路検索方法を説明するにあたり、時間と移動状況について視覚化することによって説明が容易になる。そこで、一日の場所移動を視覚化する方法を紹介する。

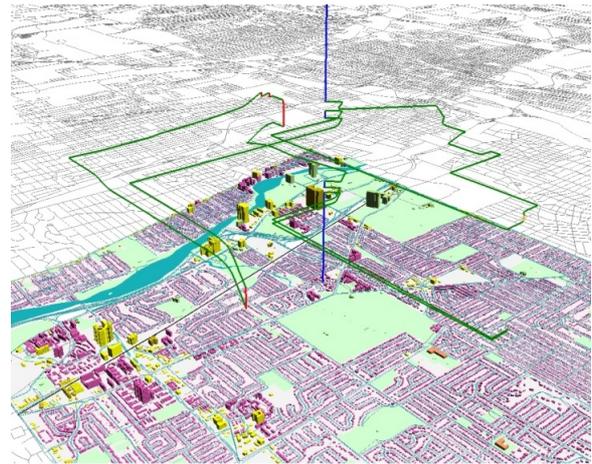


図 2 3次元表現の時空間プリズムグラフの例

日々のスケジュールを場所の移動と共にグラフ化する手段として、時空間プリズムという表現手法がある [10]。時空間のプリズムグラフには三次元的に表現するもの (図 2) と、二次元的に表現するもの (図 3) が存在するが、いずれも軸の一つが時間であり、残りの軸が場所である。図 2 は三次元の時空間プリズムの例で [5]、グラフから直感的に地点と時間の経過を把握することが可能である。二次元に広がって見えるのはある都市の地図で、地図に垂直な軸が時間を示している。時間の経過とともに滞在した地点の経緯が示されている。図 2 のグラフを見ることによって、ユーザが時間とともにどのように地図上を移動したか把握可能で、時間と空間を同時にひとつのグラフに示すことが可能である。以降のグラフでは、説明の容易さのため、場所を一次元で表すこととし、時間軸と併せて二次元の時空間プリズムグラフを用いて説明する。場所を一次元で示す方法には、北東と南西などのように 2 つの方位をまとめて扱う方法がある。

時空間プリズムという概念が重要な理由は以下の 2 つがある。

- 個人が利用可能な時空間を特定できる
- 個人の交通行動に関わる選択肢集合を特定できる

図 3 で、より具体的に説明する。自宅から別の場所へ移動して活動を行った後、自宅へ戻る時間が決まっている場

合、出発時間から帰宅時間までの間に移動し、活動できる時空間の範囲はプリズム制約により決まる。図3では、外枠のひし形で囲まれた部分がプリズム制約となる。自宅からある場所  $j$  までの移動交通手段に公共交通機関を利用した場合、交通機関の速度で出発地から目的地まで移動したときに移動可能な範囲がプリズム制約となる。

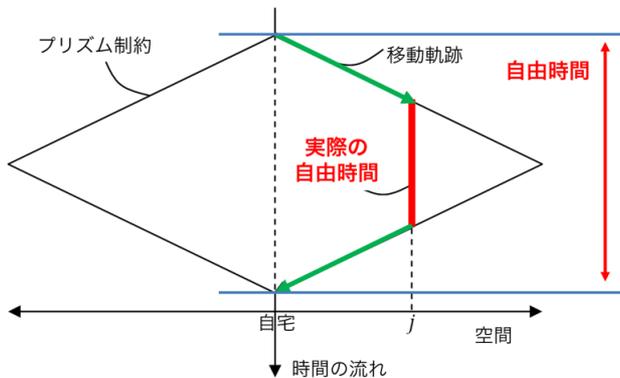


図3 活動可能時間

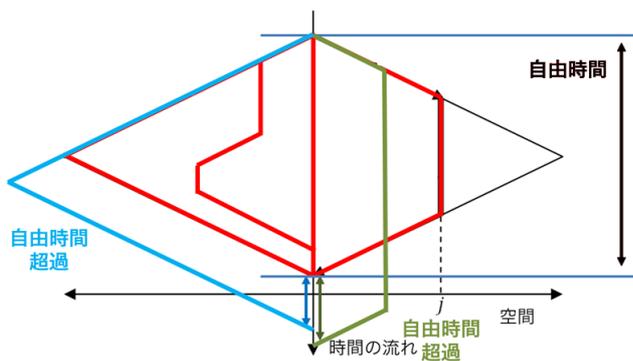


図4 プリズム制約を外れたアクティビティ

つまり、図3の外枠のひし形（プリズム制約）内で活動をおこなえば、規定の時間までに自宅に戻ることができる（図4の赤線）。しかし、プリズム制約から外れた行動をしてしまうと、次の行動に間に合わせることが不可能になってしまう（図4の青、緑線）。

時空間プリズムを考慮することで、新たな予定が実際に挿入可能であるかを判断でき、スケジューリングを行うことが可能となる。本システムでは、自由時間の利用効率を最大化しつつも、ユーザが設定することによって移動における時間的な余裕や移動待機場所を設定することが可能である。

### 3.2 スケジューラシステムの実装

WEB上でGoogleカレンダーライクなスケジュールの設定、変更、保存などをJavascriptで実現したライブラリにdhtmlxSchedulerがある[2]。ソースコードが公開されており、比較的容易に新たな機能追加が可能なことから、

本研究ではdhtmlxSchedulerライブラリを利用し、目的の機能を実装した。スケジュールの保存には一部PHPを用いているが、dhtmlxSchedulerでは、動的なスケジュール時間帯表示など大部分の機能がJavaScriptで実装されているため、本システムの開発も主にJavaScriptで行った。システムの基幹部分がJavaScriptであるため、多くのブラウザで問題なく表示や編集を行うことが可能である。通常、PT調査は1日の完結するトリップについて調査するため、本システムでは1日を超える移動トリップには対応していない。スケジューラとしての完成度を向上させるため、日をまたぐトリップへの対応は今後の課題となる。

スケジュール登録の際には路線検索を行い、前のスケジュールから対象のスケジュールの開始時間までの時間と比較をして、予定が間に合うかどうかを時空間プリズムにて判断し、間に合わない場合はエラーを出してスケジュールの再考を促す。間に合う場合はスケジュールに移動手段と時間帯を自動登録し、詳細な情報を知りたい場合はポップアップで内容を表示する。自動登録された移動スケジュールは、ユーザが追加したイベントスケジュールとは違う色で表示される。また、予定詳細を表示した際のポップアップウィンドウも、予定の属性によって変更される。ユーザが追加したイベントの詳細設定表示例を図5に示す。

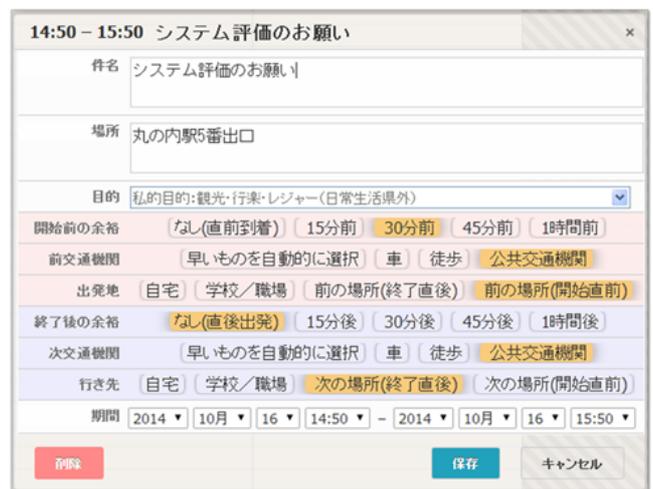


図5 予定入力画面

ユーザがスケジュールを入力すると、同時に指定された場所、到着出発における時間の余裕、優先交通機関などの情報を利用して、スケジュール開始時間に間に合う移動経路があるか、後続のスケジュールに間に合う移動経路があるかを確認し、いずれもクリアしていた場合はスケジュールと移動経路を登録する。間に合う移動スケジュールが存在しない場合でも、確認画面でユーザが問題ないと判断した場合は、システムの知らない経路をユーザが知っていると判断して、移動経路の自動登録をせずにスケジュールのみを登録する。



図 6 経路の再検索結果例

ユーザの望む交通機関が自動登録されなかった場合は、図6のように再検索をすることが可能である。登録したスケジュールと自動登録された移動経路は、図7のように簡易ウィンドウにて場所やおおまかな移動を確認することが可能である。



図 7 スケジューラに登録された経路

本システムでは、会社や学校など自宅とは別に拠点とする場所がある場合、登録することが可能である。登録地点への滞在予定は、通勤・通学設定によっておこなう。勤務時間帯情報は、新しく予定を挿入する際の出発する場所と帰る場所の自動設定に利用される。例えば、自宅にいる時間帯に新しくスケジュールを挿入すると、スケジュールに出発する地点とスケジュール後に帰る地点が自動的に自宅

に設定される。また、勤務時間帯に新しくスケジュールを入ると、スケジュールに出発する地点とスケジュール後に帰る地点が自動的に勤務地に設定される。さらに、自宅にいる時間帯と勤務時間帯にまたがるように予定を入れると、出発地は自宅に、スケジュール後の目的地は勤務地に設定され、家を出て用事を済ませた後そのまま会社に行く状態となる(図8)。より正確に勤務時間帯を設定しておくことで、自動的に設定される出発地点と到着地点が正確になる。

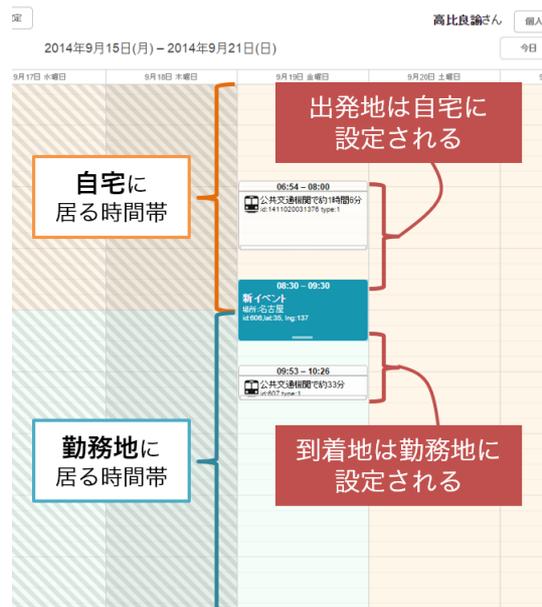


図 8 勤務設定による出発地到着地自動設定

スケジューラからは、買い物や打ち合わせ、送迎などの正確な移動目的と手段、場所と、おおよその滞在時間と移動経路を取得することが期待できる。特に目的と場所については、ユーザが直接入力するため、GPS 軌跡を用いた機械学習において、正解データとしての利用も視野に入れることが可能である。

#### 4. スケジューラの評価実験

評価実験は、2014年10月中旬～2014年11月中旬の期間で行い、被験者は21歳～55歳の男女14名とした。本システム(スケジューラ)への入力と Moves による GPS 情報の収集は、実験期間中2週間前後行った。評価実験においてアンケートを行った結果を示す。

まず、「システムの操作はわかりやすかったか」について約65%のユーザが「とてもわかりやすい」または「わかりやすい」と答えた(図9)。「どちらでもない」と答えたユーザを含めると90%を越えるが、ユーザの中でも高齢の方が、WEB スケジューラを初めて使うにあたって操作を覚えなければならず、評価が低くなった。一方、若年層のユーザは WEB スケジューラを利用した経験があるため、

本システムの操作にもすぐに適応でき、評価が高くなった。

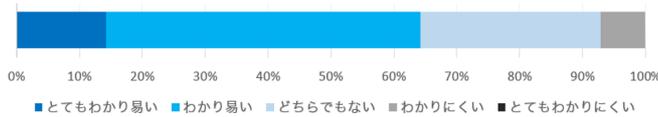


図 9 システムの操作はわかりやすかったか

次に、「経路検索時間は適切であったか」という問いに対して、約 92%のユーザが「適切・短い」と回答した(図 10)。表示方法や検索順序を何度も変更して試行し、ユーザへの検索結果表示時間を調整したため、多くのユーザにとって検索時間が適切であると感じるシステムとなったことがわかる。

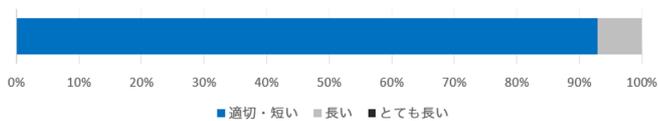


図 10 経路検索時間は適切であったか

最後に、「本システムはスケジューリングに有用か」という問いに対して、約 72%のユーザが「とても有用である」または「有用である」と回答した(図 11)。スケジューラをパーソントリップ調査に活用するという目的の下で開発した本システムだが、スケジューラとしてもユーザにとって有用であったことがわかった。

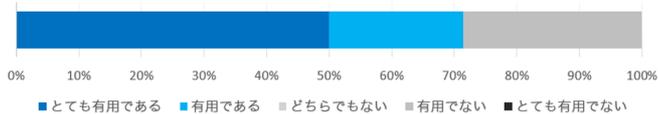


図 11 本システムはスケジューリングに有用か

アンケートには自由記述欄も設置した。「開始時間が決まっているスケジュールへの出発時間がわかり便利だった」という事前に移動経路がわかる利点への意見や、「調査用紙を利用した記入では、訪問施設の住所や番地まで調べて書き込まなければならないが、本システムでは地図をクリックするだけで済ませることができる」といった既存手法と比較した感想も得ることができた。また、「以前の予定の中で移動時間も含めた自由時間が把握できるため、無駄にしてしまった行動や時間帯を見直せた」という、時空間プリズムに基づく自由時間把握に関する感想を得られた。

一方、「自転車移動にも対応してほしい」、「スケジュールのコピー機能がほしい」、「よく行く場所について登録したい」などのようなシステムの完成度に関する意見も多かった。完成度に対する意見や要望を一つひとつ解決していくことによって、本システムの有用性も向上するが、今後の課題とする。

## 5. 本システムから得られたデータの特性

本研究では、収集したアクティビティ内容の精度比較に、調査用紙を用いた手法と、2.4 項で紹介した Moves を利用して得たデータを利用した。本システムにはデータのアップロード欄を設け、調査期間終了後に Moves のエクスポートデータを本システムにアップロードさせた。収集したデータの特性をそれぞれ示す。

### 本システムを利用して得られたデータ

評価実験期間中の約 2 週間、被験者は自分の予定をスケジューラに登録し、時間経過後に実際の動きについて修正と入力を繰り返す。システムは、すべてのスケジュール、利用交通機関、およびスケジュールの変更履歴を匿名の状態 で収集し、解析する。被験者は、スケジューラアカウント作成時に、年齢情報や世帯情報とともに、自宅情報、勤務先情報も入力する。

### Moves を利用して得られた GPS 位置情報データ

Moves を用いて、調査期間中の被験者の実際の動きを被験者のスマートフォンの GPS 位置情報から収集する。収集したデータは、正解データ作成時に利用する。

以上 2 種類のデータを用いて正解データを作成し、本システムの精度検証に利用する。スケジューラから得られたトリップの中に、正解トリップデータと合致するトリップがなかった場合、当該のトリップは本システムでは得ることができなかった欠落トリップとして処理する。スケジューラのトリップデータは、イベント期日より前に予定として入力されたものか、イベント終了後に事後入力として報告されたものが把握可能なため、それぞれ事前入力データと事後入力データとして分けて比較を行う。目的情報の比較は、GPS と地図情報から得られる滞在施設情報から推測した手作業による推定目的情報と、本システムから得たスケジュール名による目的情報とを比較する。

はじめに、トリップ数について検証する。正解データ中合致したスケジュールへの事後入力データと事前入力データの数は、表 1 のようになった。事前入力では正解データの半分ほどしかトリップが取得できていないが、事後入力で実際の活動を報告させることによって取得できるトリップ数を大幅に増やすことが可能である。

表 1 総トリップ数比較

データ名	トリップ数
正解データ	695 trips
スケジュールへの事後入力	522 trips
スケジュールへの事前入力	317 trips

次に、評価実験全期間平均トリップ数とを評価実験外出日平均トリップ数を示す。全期間平均トリップ数とは、被験者が期間中 1 日平均どれだけのトリップ数であったかを

表す指標である。外出日平均トリップ数とは、被験者が期間中の外出した日に1日平均どれだけのトリップ数であったかを表す指標である。結果は表2、表3のようになった。トリップ数に差はあるが、スケジューラから得た情報を用いてトリップに変換することが可能であることがわかる。正解データの平均トリップ数と外出日平均トリップ数は、他のパーソントリップ調査の平均値と類似しており、作成した正解データの妥当性が確認できる。事前入力では取得できたトリップ数が正解データの半分未満であることもわかる。

表2 全期間平均トリップ数

データ名	トリップ数
正解データ	3.29 trips
スケジューラへの事後入力	2.47 trips
スケジューラへの事前入力	1.50 trips

表3 外出日平均トリップ数

データ名	トリップ数
正解データ	3.64 trips
スケジューラへの事後入力	2.73 trips
スケジューラへの事前入力	1.66 trips

次に、移動目的特定率を示す。正解データのうち位置情報のみから移動目的が特定可能な確率と、位置情報とスケジューラの情報を合わせることによって移動目的が特定可能となった確率を比較する。結果は表4のようになった。スケジューラと位置情報を組み合わせることにより、位置情報のみからでは判別不能であった移動目的を特定することが可能となる。

表4 移動目的特定率

データ名	目的特定率 (%)
位置情報のみを利用	59.28
スケジューラへの事前入力と位置情報を利用	72.23
スケジューラへの事後入力と位置情報を利用	88.63

次に、トリップ中の出社・帰宅率を示す。トリップ中の出社・帰宅率とは、各種法で収集したトリップデータのうち、移動目的が出社、帰社、出校、帰校、および帰宅の中のいずれかである確率を表す。結果は表5のようになった。事前入力では、日々のルーチンワークである出社や帰宅などを入力する傾向が強く、出社・帰宅率が高いことがわかる。また、事後入力と正解データの出社・帰宅率の差が少ないことから、事後入力が入力されるトリップには偏りが少ないことがわかる。

以上が本評価実験によって得られたデータの比較結果である。

表5 トリップの出社・帰宅率

データ名	該当率 (%)
正解データ中出社・帰宅率	52.95
事後入力中出社・帰宅率	53.92
事前入力中出社・帰宅率	69.09

## 6. 考察

GPSを用いて取得した時間位置情報と、本システムを利用して取得した情報を両方用いることによって、全体として精度の向上を図ることが可能になることについて考察する。

まず、正解データ作成の際にGPS情報では通過と判定され、滞在判定されなかったトリップが存在した。例を挙げると、「クリーニングに服を出す」や「塾への送迎」などである。GPS情報は、端末の位置情報を基準に目的地を判定するため、短期間の滞在や滞りを伴わないスケジュールの判別が難しく、滞りとして判断されないと、トリップとしても抜け落ちてしまう。本システムを利用した調査では、短期間の滞りもスケジューラに登録することが可能なため、GPSの軌跡データと合わせて正しい移動目的と目的地を得ることが可能になった。

次に、GPSの滞在情報からだけでは判別不能な移動目的の収集が挙げられる。位置情報のみから推定可能な移動目的には限界があり、表4が示す通り、位置情報から推定可能な移動目的は全体の59%程度である。位置情報から推定不可能な移動目的をユーザの入力から得ることは、トリップの正解データを作る上で非常に重要だが、スケジューラの情報を利用することによって特定率の向上が見込まれる。表4から、位置情報とスケジューラの手前入力情報とを合わせることによって13%程度、事後入力情報と合わせるによって20%程度の目的特定率の向上があったことがわかる。スケジューラの「事前入力」を利用しても目的特定率が向上している点が重要である。ユーザに利点の少ない事後入力に比べ、通常のスケジューラの利用方法と同じように未来のことをスケジューラに登録する使い方でも、移動目的の特定に役立てることが可能であると言える。

最後に、位置情報から目的情報が推定不可能であったトリップの中で、本システムから目的が特定できた事例を紹介する。例えば、あるトリップの位置情報から病院に数時間滞在していたことが確認できたが、位置情報だけでは移動目的が通勤であるのか、送迎であるのか、通院であるのかを判別することは難しい。しかしスケジューラに「介護訪問」というスケジュール名で同地点に登録があったため、当該の移動目的は「見舞い」であったことがわかる。同様の例が本評価実験で多数確認され、結果として表4のように目的情報特定率の向上につながった。

以上により本システムの情報は、位置情報を利用したト

リップ情報とうまく組み合わせることによって、移動目的の特定率向上という有意な利用価値があると言える。

## 7. まとめと今後の課題

本研究では、スケジューラから得られるデータをパーソントリップ調査に活用することができないか調査をした。スケジューラ上で移動時間について把握するため、移動状況の計算を同一サイトのアプリケーション上で自動的におこない、ユーザに示す WEB アプリケーションを開発した。交通工学で用いられる時空間プリズムに即した移動制約条件を設定することで、移動時間を含めた活動可能時間を算出し、スケジュールへの移動時間を判断するとともに、移動開始時間や帰宅予定時間などもスケジュールアプリ上に把握できるシステムを実装した。

本システムの評価実験では、7割を越すシステムユーザから本システムはスケジューリングに有用であると評価された。また、ユーザからはシステムの今後に対する意見を収集した。本システムを利用して取得された事前入力データと事後入力データについて、従来調査や GPS を用いた調査などと比較した場合、データの特性を調査した。評価実験の結果から、本システムの事前入力のみではパーソントリップ調査と同等の精度を出すことは難しいが、本システムと GPS 情報を結合することによって、GPS 情報のみの目的特定率 59.28%から、事前入力データを用いた場合は 72.23%、事後入力データを用いた場合は 88.63%まで目的情報の特定率を向上させることが可能であることがわかった。

今後の課題としては、ユーザから収集したシステムへの要望は、対応交通機関の拡充を求めるものが多かった。特に、普段自転車を主に利用して移動している被験者からは、予定の事前入力の際に自転車の選択肢がないことが不便であると指摘された。現在、日本では無料で利用することができる自転車経路 API は公開されていない。対応策としては徒歩で経路検索を行い、所要時間に重みを掛けるなどが挙げられる。

また、スケジュールのコピー機能や繰り返し予定への対応も指摘された。本システムは、移動経路検索をスケジュール登録の際に毎回おこなわれる仕様になっており、期日を指定しない繰り返し予定の入力を許可すると、際限なく経路検索を続けてしまうため、対応不可能であった。今後は、経路検索のタイミングを見直し、移動経路についても繰り返し登録が可能な仕様に改めることによって対応する。他にも、よく行く場所について地点登録したいという要望があった。現在のスケジューラは、自宅と勤務地の2箇所しか登録することができないが、登録可能数を増やすことによって対応可能である。また、将来的には過去の行動履歴からよく行く場所を抽出し、選択肢として提供するという対応も構想している。

データ収集面での課題は、スケジューラの目的捕捉率をさらに向上させる手法である。ユーザがスケジュールの場所を登録した際に自動的に地図情報から施設情報を取得し、目的を推定してスケジューラに入力し、必要があればユーザに修正させる方法や、スケジューラと GPS 情報をシステムレベルで連携させ、スケジューラに登録された予定の実施や時間変更についてユーザにリアルタイムに確認する方法などが挙げられる。

## 参考文献

- [1] Caitlin Cottrill Doyle, Francisco Cmara Pereira, Fang Zhao, Ins Dias, Hock Beng Lim, Moshe Ben-Akiva, Christopher Zegras, "The Future Mobility Survey: Experiences in developing a smartphone-based travel survey in Singapore", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, pp 59-67, TRB 2013.
- [2] dhtmlxScheduler, <http://dhtmlx.com/docs/products/dhtmlxScheduler/>.
- [3] Flavio Devillaine, Marcela Munizaga, Martin Trpanier, "Detection of public transport user activities through the analysis of smartcard data", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, pp 48-55, TRB 2012 Annual Meeting.
- [4] MATSim, <http://www.matsim.org/>.
- [5] Mei-Po Kwan's Home Page, <http://meipokwan.org/>.
- [6] MOVES, <https://www.moves-app.com/>.
- [7] Yingling Fan, Qian Chen, Chen-Fu Liao and Frank Douma "UbiActive: A Smartphone-Based Tool for Trip Detection and Travel-Related Physical Activity Assessment", Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, 13-4250, TRB2013 Annual Meeting, 2013.
- [8] Yijing Lu, Shanjiang Zhu, Lei Zhang, "Imputing Trip Purpose based on GPS Travel Survey Data and Machine Learning Methods", Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, 13-3177, TRB 2013 Annual Meeting.
- [9] Xiaolei Maa, Yao-Jan Wub, Yin Hai Wanga, Feng Chenc, Jianfeng Liu, "Mining smart card data for transit riders' travel patterns", Transportation Research Part C: Emerging Technologies 2013, Volume 36, November 2013, Pages 1-12.
- [10] 有賀敏典, 青野貞康, 大森宣暁, 原田昇: Web ベースの活動交通シミュレーターを用いた時差勤務制度に対する意向分析, 交通工学, Vol.46, No.4, pp.46-55, 2011.9.
- [11] 国土交通省道路局 — 道路交通の円滑化/TDM, [http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tdm/TOP\\_PAGE.html](http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tdm/TOP_PAGE.html).
- [12] 都市交通調査・都市計画調査: PT 調査とは? - 国土交通省, <http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/pt.html>.
- [13] 藤井 聡, 北村隆一, 瀬戸公平, 生活行動に伴う個人の効用を考慮した生活行動—交通行動モデルシステムの開発, 土木学会論文集, No. 562/IV-35, pp. 83-96, 1997.