

7. 交通行動自己診断システムの開発と適用

ートラベル・フィードバック・プログラムへの応用とその効果ー

Development and Application of Self-Evaluation System for Travel Behavior - Applying to the Travel Feedback Programs -

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 46834 中里 盛道

For “moderate” car use, mobility management programs (MM) are conducted recently, such as travel feedback programs (TFP) or alternative activity-travel pattern planning method. However, almost all of the existing programs are labor-intensive and burdensome for respondents. They never know how the schedule and environmental burden change concretely if he/she changes the activity-travel pattern. One of the purposes of this research is to develop an IT-based travel-diary data collection system, feedback system and alternative activity-travel pattern simulation system. The second is to investigate the effects of those systems as TFP. As a result, attitude and usage of public transport were more improved than the existing programs.

1. 研究の背景と目的

「適度な」自動車利用を目指すソフト施策の1つとして、個人へのコミュニケーションを通して、直接その個人の交通・環境に対する態度や行動の変容を働きかける「モビリティ・マネジメント」(MM)と呼ばれる手法が実施されている¹⁾。MMの手法としては、個人の一日の交通行動を測定し、それに伴う環境指標や健康指標を個人ごとにフィードバックする手法(Travel Feedback Program: TFP)や、より「かしこい」自動車の使い方をするための、将来の行動プランを立案させるなどの手法が用いられている。これらは既に数多くの研究事例があり、一定の効果が出ていることが報告されているが、課題として①MMの効果をもさらに向上させる手法を検討する必要があること、また実務レベルの課題として②行動調査票の配布・収集や被験者に提供する情報の準備などプログラム実施主体側の負担が大きく広域への適用が難しいこと、③行動記録に対する被験者の負担と交通行動データとしての精度の低さなどが残っている。

①の1つの手法として、代替となりうる活動ー

交通スケジュール情報を具体的に被験者に提示することが考えられるが、現状のTFPでは行動データとして移動手段別の利用時間だけを問い、トリップの出発地・到着地や経由地の位置情報を取得していないケースが多く、移動手段や活動場所を変更するなどの効果を被験者が比較検討することができない。②に対しては大藤ら²⁾³⁾がWebを利用したMM(TFP)システムを開発しているが、このトリップダイアリーデータは所要時間情報のみを問い合わせしており、位置情報は含まれていない。③に対しては情報通信機器を用いた交通行動調査手法の適用が考えられるが、TFPに適用された事例は谷口ら⁴⁾の札幌での事例程度と非常に少ない。

以上を踏まえ、本研究では①TFPへの適用を前提としたGPS携帯電話を利用したトリップダイアリー調査システムと、そのデータを利用して、活動ー交通パターン変更時のスケジュールシミュレーションを行えるようなシステムの開発、および②代替活動ー交通シミュレーションの提示によるTFPとしての意識や行動変化に対する効果の把握を目的とする。

2.開発システムの概要

2.1. GPS 携帯電話によるトリップダイアリー収集アプリケーション

本研究では、地域や移動手段を問わずに高精度な位置情報が取得可能で Web との連携も容易なこと、位置情報以外の情報を被験者が追加入力可能であること、被験者にとっても比較的なじみのある機器であることなどを考慮し、中里ら⁵⁾の GPS 携帯電話用アクティビティダイアリー調査アプリケーションをベースに、トリップダイアリー収集アプリケーションを開発し、適用することとした。被験者はアプリケーションがインストールされた GPS 携帯電話を持って行動し、移動開始時と到着時に携帯電話を操作する。移動開始時に GPS 携帯電話上で移動目的と代表交通手段、アクセス・イグレス手段を選択し（省略も可能）トリップ情報を登録する。以降、到着の操作があるまでの間（移動中）は、アプリケーションが 2 分間隔で GPS 位置情報を取得し、指定されたサーバ宛に送信する仕組みである。

2.2. Web 上でのトリップダイアリー編集・フィードバックシステムと活動-交通シミュレーションシステム

GPS 携帯電話によるトリップダイアリー調査の後、被験者は自宅や職場のインターネット接続環境から、Web ブラウザを通して Web 上のシステムにログインし、自身のトリップダイアリーデータを 1 日単位で確認し、必要があれば修正する作業を行う。修正の際は Web-GIS を利用することで、位置情報を含んだ形でトリップデータの編集が行われる。

被験者がログインするとまず、GPS 携帯電話から記録された、指定された 1 日のトリップダイアリー表、GPS 情報や被験者の修正を元に Web-GIS が生成したその日 1 日分の軌跡画像、手段別の移動時間と費用情報(鉄道運賃または燃料費)、フィードバック情報として環境指標(CO₂排出量)と健康指標(交通行動に伴うカロリー消費量)が表示される。(図 1.)



図 1.フィードバック画面サンプル

この後、トリップダイアリーデータや出発地・目的地の位置情報の修正が必要であれば、Web 画面上のボタンを押すことで、順を追ってデータの修正を行えるようになっている。

トリップデータの修正に引き続き、実際のトリップデータに基づいて、行動変容のスケジュールシミュレーションを行う。

活動-交通パターン提示にあたって考慮すべき事項としては、移動手段、活動場所・目的地の変更、予算制約や時空間制約（例：「17 時までに自宅に帰りたい」など）などがあるが、最初のスケジュールシミュレーションシステムであることから、主に公共交通のサービスレベルの高い都市部で、自動車から鉄道への手段転換を促すことを目的とした MM を想定し、OD 情報、及び目的地への到着時刻を実際の活動-交通パターンと同一とした上で、移動手段の変更のみを考慮した。

フィードバックの確認後、被験者はその日の実際の行動と同じ場所と同じ順番で行くとして、その間の移動手段を変更することを考えてもらい、1 日のスケジュール、費用情報、環境指標や健康指標の変化をシミュレーションする。(図 2.)

現状

時刻	出発地	時刻	到着地	移動目的	交通手段	距離 (km)
08:12	自宅	08:21	職場	通勤通学	自家用車	9.1
12:07	職場	12:13	レストラン	娯楽/私用	徒歩	0.5
12:36	レストラン	12:44	職場	娯楽/私用	自転車	0.5
13:32	職場	13:56	取引先	業務	その他自動車	7.2
14:48	取引先	15:10	職場	業務	その他自動車	7.2
19:03	職場	19:20	レストラン2	買物	タクシー	4.6
20:54	レストラン2	21:04	自宅	帰宅	自家用車	13.1

内訳	ポイント			費用
	移動時間	距離		
	96分	42.3km		
鉄道	0分	0km	普通運賃: 0円 1月定期: 0円	
バス	0分	0km		
自動車	66分	36.6km	自家用車: 266円 その他: 173円	
徒歩	6分	0.5km		
自転車	8分	0.5km		
タクシー	17分	4.6km		
CO2排出量: 7.8kg (日本人1日平均の1.4倍)				
カロリー消費: 187.2kcal (ハンバーガー0.8個分)				



シミュレーションNo.1 ※黄色の部分は変更された箇所を示します

時刻	出発地	時刻	到着地	移動目的	交通手段	距離 (km)
07:43	自宅	08:21	職場	通勤通学	住道駅徒歩6分 ↓鉄道14分 大坂城公園駅徒歩3分	9.1
12:07	職場	12:13	レストラン	娯楽/私用	徒歩	0.5
12:36	レストラン	12:44	職場	娯楽/私用	自転車	0.5
13:18	職場	13:56	取引先	業務	大坂城公園駅徒歩3分 ↓鉄道16分 西長堀駅徒歩4分	7.2
14:32	取引先	15:10	職場	業務	西長堀駅徒歩4分 ↓鉄道16分 大坂城公園駅徒歩3分	7.2
18:50	職場	19:20	レストラン2	買物	大坂城公園駅徒歩3分 ↓鉄道10分 南森町駅徒歩2分	4.6
20:54	レストラン2	21:34	自宅	帰宅	南森町駅徒歩2分 ↓鉄道18分 住道駅徒歩6分	13.1

内訳	ポイント			費用
	移動時間	距離		
	198分	42.8km		
鉄道	148分	38.5km	普通運賃: 1340円 1月定期: 6930円	
バス	0分	0km		
自動車	0分	0km	自家用車: 0円 その他: 0円	
徒歩	42分	3.7km		
自転車	8分	0.5km		
タクシー	0分	0km		
CO2排出量: 1.5kg (日本人1日平均の0.3倍)				
カロリー消費: 491.8kcal (ハンバーガー2個分)				



図 2.手段変更シミュレーション画面

3.スケジュールシミュレーションアルゴリズム

被験者が実際に行った活動-交通パターンに対し、移動手手段転換によるスケジュールシミュレーションのアルゴリズムは以下のようになっている。

まず、シミュレーションを行う日の一番最初のトリップから、順次出発時刻と到着時刻を決定して、スケジュールを組み立てている。各トリップについて、帰宅目的以外のトリップでは一般的に出発時刻より到着時刻側の制約が強いと仮定し、目的地および自宅以外の場所への到着時刻は現状と固定する。帰宅目的のみは到着時刻の方が出発時刻よりも自由度が高いものとし、出発時刻を固定し、到着時刻を変更している。

現状の移動手手段(変更前)とシミュレーションの際に設定された移動手手段(変更後)を比較し、移動手手段の変更は不可能であると設定したトリップについては、出発・到着時刻とも実際のトリップデータの時刻をそのまま引き継ぐ。

移動手手段が変更されるトリップについては、まず OD 間の所要時間を算出する。変更後の移動手

段が鉄道以外の場合は、経路の変更は行わないものとし、実際にトリップ中に取得された GPS 情報から OD 間の距離を算出し、それを予め設定した手段別の速度で割った値を全区間の所要時間とする。鉄道に変更された場合は OD それぞれの最寄駅間を鉄道で移動するものとし、予め算出しておいた近畿圏の鉄道会社 21 社 1419 駅の全駅間の所要時間最短経路データベースから最寄駅間を鉄道を利用した場合の乗車時間を呼び出し、アクセス・イグレス分の所要時間と電車待ち時間 15 分を加算して全区間の所要時間とする。所要時間を算出後、到着時刻から出発時刻(またはその逆)を計算し、トリップの出発時刻と到着時刻を仮に決定する。

手段変更によって所要時間が増加し、1 つ前のトリップと時間的に重なってしまう場合には、時間的に後側のトリップの出発時刻と到着時刻を、重なった時間分後ろにずらす。

Web 上には、代替のスケジュールとその際の経路情報地図(鉄道トリップの場合は経由駅情報、その他の移動手手段の場合は GPS 位置情報を利用)、

各種指標が表示される。トリップの出発・到着時刻が変更される場合は強調表示され、鉄道トリップはODの最寄駅名とアクセス・イグレス情報も表示する。

4.トラベル・フィードバック・プログラムへの適用

近年、ISO取得による企業イメージ向上や競争力強化を目的として、企業が環境対策に熱心になっている。この状況に大阪府等が着目し、府が主体となって、大阪府内の事業所を対象とした交通マネジメントプログラムが行われている（「かしこいクルマの使い方プログラム」）。

このプログラム自体は大藤らが開発したWeb-TFPシステム²⁾を利用して行われている。本研究で開発したシステムの適用を試みたトラベル・フィードバック・プログラムは基本的に大藤らのプログラムの流れを踏襲し、大藤らのプログラムの1回目の行動調査とフィードバック部分を本研究のシステムで代替し、本来のWeb-TFPに代替活動ー行動シミュレーションを追加した形になっている。（図3）

被験者には予めトリップダイアリー調査アプリケーションをインストールしたGPS携帯電話20台を、トリップダイアリー調査前に貸し出した。調査期間等の概要は表1.の通りである。

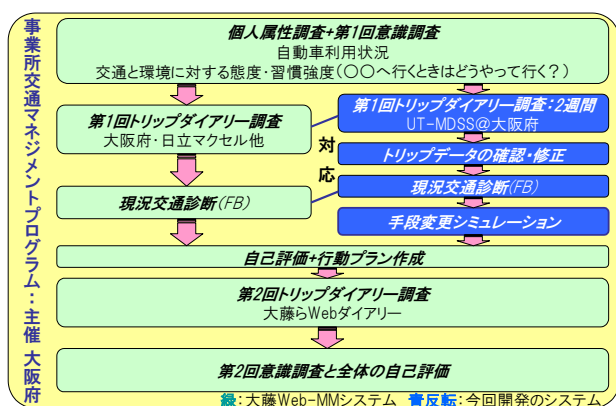


図3.大阪府「かしこいクルマの使い方プログラム」の流れと本システムの位置づけ

（青反転部分で本研究のシステムを利用）

表1.被験者詳細

被験者数	大阪府土木部職員20名
最終有効行動データ送信者	13名
調査期間	第1回目:2005年11月26日~12月4日の休日
備考	12月5日または6日に1回目TDデータを確認・修正し、移動手段転換シミュレーション

被験者の勤務先である大阪府は自動車通勤を原則禁止しており、全員休日の交通行動に対するTFPを受けている（以下手段変更シミュレーションを行ったグループをwithグループとする）。また、比較対象として同時期に休日の交通行動に対する手段変更シミュレーションを行わない通常のWeb-TFPプログラムを受けたグループ（以下withoutグループ）56名分のデータも利用する。内訳は大阪府職員が50名、日立マクセル社（本店：大阪府茨木市）の社員が6名である。

5.手段変更シミュレーションによる効果

5.1.意識の変化

大藤らのご協力を得て、意識データは大藤らのWeb-TFPプログラムのアンケートデータをそのまま利用させていただいた。

プログラムを受ける前後に行われた意識調査で質問しているのは大きく2つで、「自動車や交通・環境に対する意識」と「習慣強度」である。（詳細はモビリティ・マネジメント・プログラムのWebサイト³⁾で確認可能。）

「交通や環境に対する意識」は、自動車利用が健康や環境によくないと思うか、自動車利用を控えた方がよいと思うか、自動車利用を控えるのは難しいと思うか、自動車利用を控えてみようと思うかを尋ねたものである。withグループとwithoutグループで差が出たのは「自動車利用を控えるのは難しいと思うか」であり、「(どちらかという)はい」と答える割合がwithグループでは減少しており、自動車利用削減の動機付けとしての効果が伺える。

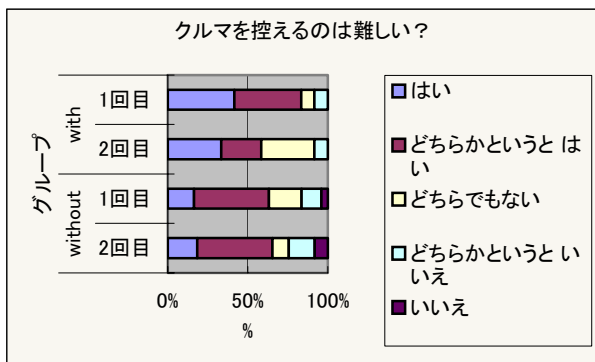


図 4.自動車利用を控えるのは難しいと思うか？

習慣強度とは「〇〇に行くときにはどうやって行くか？」(近所のコンビニなど合計 10 問)を直感で答えさせるものである。全質問に対する回答を集計した結果、with/without グループ間の回答の変化の傾向に大差は見られなかった。

個別の質問においては、「洋服を買いに行く」と「近くの取引先へ営業に行く」で with と without グループの回答の変化傾向が異なった。洋服については被験者の居住地属性が影響すると思われる(ただし without グループについては居住地情報が不明である)。営業に関しては、両グループとも大半の被験者が大阪府の職員であり、府庁舎は大阪府中心部の公共交通サービスレベルの高い地域にあるが、with グループにおいて徒歩から鉄道への転換が発生するという、意図した手段転換とは異なる手段転換が現れる結果となった。

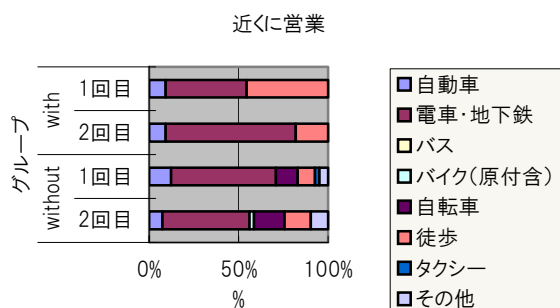


図 5.「近くに営業に行くとき」の選択割合

5.2.行動の変化

以下では、両グループで調査日程条件をできるだけそろえるため、with グループは 11/26、27 日の行動データに限定する。

全体としては、with グループは 2 回の調査で自動車トリップ数はほとんど変化が無いが、平均自動車移動時間が短くなった。また、徒歩トリップ数が減少し、鉄道トリップ数が増え、鉄道の平均乗車時間も長くなっている。一方で、without グループは全体のトリップ数が微減、手段を問わず平均移動時間も短縮している。

この結果より、with グループのシミュレーションシステムは「自動車から公共交通への転換」を意図したものであったが、「公共交通の利用」の部分が強調され、自動車以外の手段が公共交通利用に引っ張られた形となっていることが伺える。そこで、個人属性やトリップのパターンによって公共交通手段への転換が見られるかどうかを検討した。

個人属性では、GPS 携帯電話の位置情報をもとに算出した自宅から最寄り駅までの直線距離、提示した代替活動スケジュールを実行可能と思うか否かと、自動車利用や鉄道利用増加の関係などを検討したが、活動-交通パターンシミュレーションによって自動車から鉄道への転換が増大したと思われる関係は見いだせなかった。

一方、トリップ属性との関連では、1 日のトリップパターンでトリップを分類し、with グループと without グループの比較を行った結果、「買い物目的トリップを含まないトリップチェーン」において、with グループの方が without グループより自動車の利用率が減り、公共交通がより多く利用されていることがわかった。

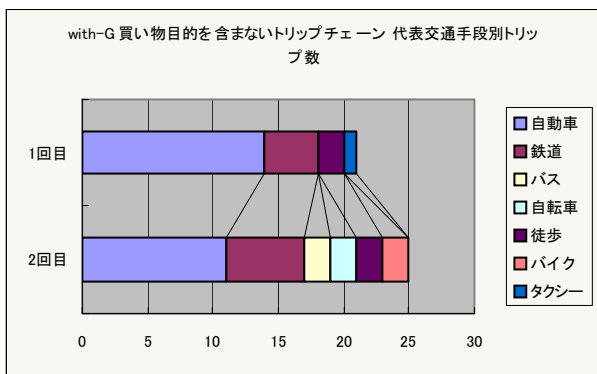


図6.買い物目的のトリップを含まないトリップチェーンの代表交通手段別トリップ数(with グループ)

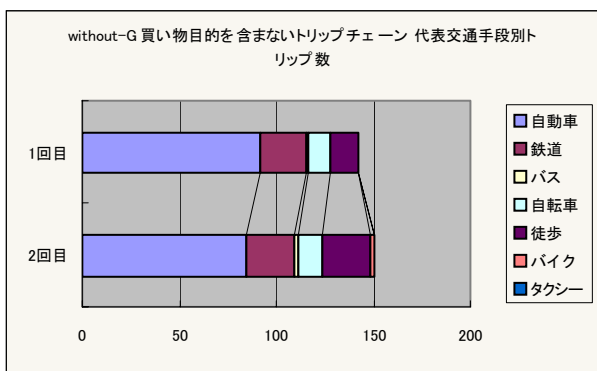


図7.買い物目的のトリップを含まないトリップチェーンの代表交通手段別トリップ数(without グループ)

6.成果と今後の課題

本研究においては、TFP への適用を前提とした、GPS 携帯電話によるトリップダイアリー収集システムと Web 上でのフィードバックシステム、目的地、到着時刻を実際の行動と同じとし、移動手段を変更した場合の代替活動-交通パターンのシミュレーションシステムを開発して TFP に適用した。その結果、自動車利用抑制の動機付けは従来の手法より改善し、自動車利用の短距離化と公共交通手段の利用を促進するという点で効果があった。トリップパターンによってシミュレーション有無により自動車から公共交通利用への転換に違いが生じるケースがあることを確認した。

課題としては、トリップダイアリーの修正作業の方が、各種指標のフィードバックの確認や代替活動-交通シミュレーションより、作業量的にも

作業時間的にもウェイトを占めしまったことが挙げられ、GPS 携帯電話の送信データの扱い方やその修正方法を再検討する必要があると考える。

また、本研究では、被験者募集の都合もあって休日の行動を対象とした MM とスケジュールシミュレーションを行っているが、純粋に移動手段変更のみでスケジュールの変更が成り立つ可能性が高いのは平日の通勤や業務交通であると考えられ、今後は平日の交通行動を対象にして同様の検証を行うことと、長期的な評価も必要である。また、本研究の活動-交通パターンシミュレーションは目的地とその到着時刻を固定とした場合のスケジュールシミュレーションだが、今後は施設情報のデータベースなどを組み込んだ上で、Web-GIS を利用してこれらの情報を提供しながら、将来の予定に対して移動手段の変更、目的地の変更、経路の変更、予算や時空間制約、トリップレンディングなどを考慮出来るようなシミュレーションを行えるようにし、その効果の検証を行っていく必要がある。

謝辞:

本研究においては、GPS 携帯電話の調達、大阪府の事業所交通マネジメントプログラムへの参加と行動データの回収・提供等、多岐に渡って、(株)交通システム研究所の大藤武彦様、土居聡様、小澤友記子様に大変お世話になった。ここに謝意を表します。

参考資料:

- 1) 藤井聡:「モビリティ・マネジメント-道路/運輸/都市/地方行政問題のためのソフト的交通施策-」、運輸と経済、65(3)
- 2) 大藤武彦、松場圭一、井上英樹、松村暢彦:「WEB を活用したトラベル・フィードバック・プログラムの多様な事業所への適用」、土木計画学研究・講演集 CD-ROM Vol.31、2005
- 3) モビリティ・マネジメント・プログラム Web サイト <http://www.mm-program.net/>
- 4) 谷口綾子、野澤和行、日原勝也、小池剛史、新井康生、藤井聡:「情報機器を活用した TFP に関する研究-2003 年度札幌市交通環境家計簿の取り組み-」、土木計画学研究・講演集 CD-ROM Vol.30、2004
- 5) 中里盛道、大森宣暁、円山琢也、原田昇:「GPS 携帯電話を用いたアクティビティダイアリー調査に関する研究」、第 24 回交通工学研究発表会論文報告集、pp.261-264、2004