

交通行動自己診断システムの開発とトラベル・フィードバック・プログラムへの適用*

Development of a Self-Diagnosis System of Travel Behavior and Its Application to Travel Feedback Programs*

中里盛道**・大森宣暁***・青野貞康****・円山琢也*****・原田昇***

By Morimichi NAKAZATO**・Nobuaki OHMORI***・Sadayasu AONO*****・Takura MARUYAMA*****

・Noboru HARATA***

1. はじめに

「適度な」自動車利用を目指すソフト施策の1つとして、コミュニケーションを通して個人の交通・環境に対する態度や行動の変容に働きかける「モビリティ・マネジメント (MM)」が、近年注目を浴びている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手法などが用いられている。これらは既に数多くの研究事例があり、一定の効果があることが報告されているが、課題として、①MMの効果さをさらに向上させる手法を検討する必要があること、②行動調査票の配布・回収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回答負荷の大きさと交通行動データとしての精度の低さ、などが挙げられる。

①の対策の一つとして、代替案と成り得る活動パターンの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交通手段別の移動時間のみを収集し、トリップの出発・到着地や経由地の位置情報を取得しない場合が多く、交通手段や活動場所を変更した時の変化を被験者が具体的に比較・検討することが困難である。②に対しては、大藤ら²⁾³⁾がWebを活用したTFPシステムを開発しているが、トラベルダイアリーは所要時間情報のみを収集するものであり、位置情報は含まれていない。③に対しては、位置特定技術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札幌での事例⁴⁾程度と非常に少ない。

本研究では、GPS携帯電話を利用したトラベルダイアリー調査システムと、WebGISソフトウェアを活用した交通行動自己診断システムを開発し、大阪府における

TFPに適用することで、TFPのコミュニケーションツールとしての有効性や課題を検討することを目的とする。

2. 開発したシステムの概要

(1) GPS携帯電話を用いたトラベルダイアリー調査システム

地域や利用交通手段に依存せず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、位置情報以外のトリップ属性を追加入力可能であること、多くの人々にとって比較的なじみのある機器を用いることなどを考慮し、中里ら⁵⁾のGPS携帯電話を用いたアクティビティダイアリー調査システムをベースに、トラベルダイアリー調査用のJavaアプリケーションを開発した。被験者は、アプリケーションがインストールされたGPS携帯電話を携帯し、移動開始時と終了時にGPS携帯電話の操作を行う。移動開始時には、GPS携帯電話上で、移動目的、代表交通手段、アクセス/イグレス手段を選択して入力する (省略も可能)。以降、移動終了時の操作があるまでの間 (移動中) は、2分間隔で位置情報を取得し、指定されたサーバに送信する仕組みとした。

(2) WebGISを用いた交通行動自己診断システム

本システムは、Ohmori *et al.*⁶⁾のSMAPとAono *et al.*⁶⁾⁷⁾のWebGISを用いた応答型調査システムをベースに開発した (Internet-based SMAP (iSMAP)と呼ぶ)。Webブラウザ上に、一日の活動パターンを時間・空間上に表現し、代替活動パターンを比較・検討できるシステムである。

GPS携帯電話によるトラベル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、本システムのWebサイトにログインし、自身のトラベルダイアリーデータを1日単位で確認し、必要があれば地図上の行動軌跡を含めた修正を行う。被験者がログインし、対象期間中のある一日を選択すると、その日のトリップ情報 (出発・到着地、出発・到着時刻、交通手段、移動目的、移動距離)、行動軌跡画像、交通手段別移動時間と交通費 (鉄道運賃または燃料費)、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。この後、トラベルダイアリーや出

*キーワード: 交通行動自己診断システム、TFP、WebGIS

**学生員、東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 (東京都文京区本郷 7-3-1、

TEL: 03-5841-6235、FAX: 03-5841-8527)

***正員、工博、東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

****正員、工修、東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

*****正員、環境博、東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

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。

トラベルダイアリーの修正に引き続き、代替活動パターンのシミュレーションを行う。代替活動パターンの要素としては、交通手段、目的地、経路、時刻、活動順序、予算制約や時空間制約などがあるが、今回は、主に公共交通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、活動順序、活動場所および目的地への到着時刻を実際の活動パターンと同一とした上で、交通手段を変更した場合の代替活動パターンを生成することとした。代替交通手段は、鉄道、バス、自動車、タクシー、バイク、自転車、徒歩であり、公共交通の場合アクセス/イグレス手段も選択する。

以下、簡単にアルゴリズムを説明する。まず、対象日の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る。帰宅目的以外のトリップは、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同じとする。帰宅目的トリップは出発時刻を固定している。交通手段を変更するトリップについて、出発・到着地間の所要時間を算出する。変更後の交通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情報から出発・到着地間の距離を算出し、それを予め設定した交通手段別の速度で割った値を所要時間とする。鉄道に変更した場合は、出発・到着地それぞれの最寄り駅間を鉄道で移動

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1,419駅間の全駅間の所要時間最短経路データベースから最寄り駅間の乗車時間を検索し、アクセス/イグレス時間と待ち時間を加算して所要時間とする。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刻が重なる場合には、順序が遅い方のトリップの出発時刻と到着時刻を、重なった時間分遅らせる。

図1に示すように、Webブラウザ上には、現状の活動パターンと代替活動パターンに関するトリップ情報および各種指標、経路を表現した地図が表示される。2つ以上の代替活動パターンを検討する場合には、随時画面の下に追加され、同時に複数の代替案を比較・検討できるようになっている。

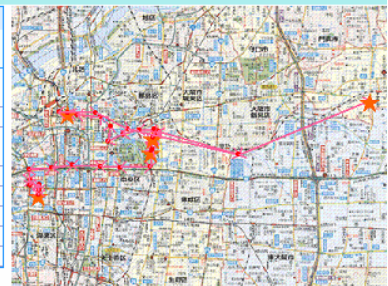
3. トラベル・フィードバック・プログラムへの適用

大阪府が主体となり、大阪府内の事業所を対象として行われた交通マネジメントプログラム「かしこいクルマの使い方プログラム」において、本システムを適用した。このプログラム自体はWebTFPシステム^{2,3)}を利用しており、第1回目のトラベルダイアリー調査と現況交通診断の部分で、本研究で開発したシステムで代替し、代替活動パターンのシミュレーションを追加した形になっている（図2、表1）。被験者20人には、予めトラベルダイアリー調査用アプリケーションをインストールしたGPS携帯電話を貸与した。被験者の勤務先である大阪府

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		
	移動時間	距離	費用
	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 大阪城公園駅徒歩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	大阪城公園駅徒歩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 大阪城公園駅徒歩3分	7.2
18:50	職場	19:20	レストラン2	買物	大阪城公園駅徒歩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		
	移動時間	距離	費用
	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1 Webブラウザ上への現状の活動パターンと交通手段変更時の代替活動パターンの表示例

では、原則として自動車通勤を禁止しているため、全員の土日の交通行動に対するTFPを行った（以下、本研究で開発したシステムを用いて、自己診断を行ったグループを「withグループ」と呼ぶ）。当初、被験者自ら本システムのWebサイトにログインし、一連の操作を行ってもらった予定であったが、初めて本システムを適用する機会であり、予期せぬエラーが発生する可能性も高かったことや、Web上での操作がやや複雑になってしまったことから、第1回ダイアリー調査終了後に、調査者との面接インタビューを通して一連の自己診断を行った。また、次章での分析においては、比較対象として、同時期に土日の交通行動に対する通常のWebTFPプログラムに参加した大阪府職員50名（以下「withoutグループ」と呼ぶ）のデータを利用する。

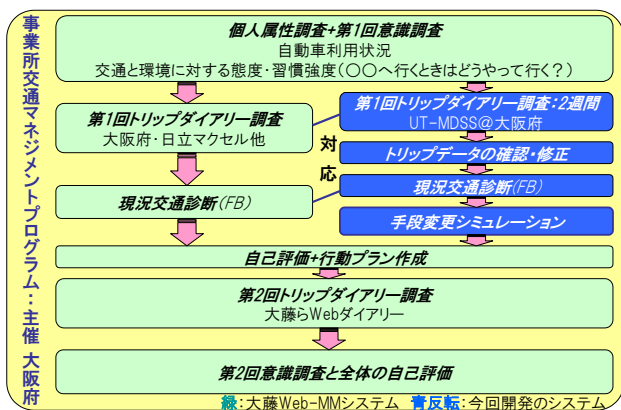


図2 大阪府「かしこいクルマの使い方プログラム」の流れと本システムの位置づけ

表1 調査概要

対象者	大阪府土木部職員 20名
ダイアリー調査	<ul style="list-style-type: none"> 第1回「かしこいクルマ」ダイアリー調査：2005年11月26日（土）～12月4日（日） 第2回「かしこいクルマ」ダイアリー調査：2005年12月8日（木）～12月14日（水）
インタビュー調査	2005年12月5日（月）～6日（火）

4. 分析

(1) ダイアリーデータの修正と確認

GPS携帯電話の操作ミスや、移動開始時にトリップ情報の入力を省略した場合が存在したため、自己診断の前に完全なトラベルダイアリーを作成する必要があった。インタビュー調査前に、調査者側で未入力箇所や矛盾が生じている箇所を確認しておき、インタビュー調査では被験者本人に質問しながらダイアリーの修正や未入力情報の追加を行った。これらの多くは、出発・到着時にGPS携帯電話の操作を忘れたものであった。この場合、複数トリップが1トリップに結合されてしまい、それを分割する必要が生じた。被験者一人当たり、平均約30分をダイアリーの修正・確認に費やした。また、インタビ

ュー調査では、PHSのダイヤルアップによりインターネット接続したノートパソコンを利用したため、通信速度が遅かったことも時間を要した理由の一つであった。

(2) 代替活動パターンのシミュレーション

被験者20人中17人の計24日分の活動パターンについて、交通手段を変更した場合の代替活動パターンのシミュレーションを行った。残り3人は、目的地が鉄道駅よりも近く、自動車以外の交通手段は利用できないと回答した。24日中17日は自動車から鉄道への手段変更であり、そのうち7日分については、被験者は鉄道へ手段変更した代替活動パターンの方を選択すると回答した。それ以外は、自動車から自転車、自動車から自転車とタクシー、自転車から徒歩などへの手段変更の意向が確認された。

(3) 意識の変化

第1回および第2回意識調査では、「交通や環境に対する意識」と「習慣強度」について質問した³⁾。「交通や環境に対する意識」は、「自動車利用が健康によくないと思うか?」、「自動車利用が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?」の5つの質問に「はい」～「いいえ」の5段階で評価してもらうものである。第1回と第2回調査の回答結果の変化においてwithグループとwithoutグループで最も差がみられたのは、「自動車利用を控えるのは難しいと思うか?」という質問であり、「(どちらかという)はい」と答えた割合が、withグループでは第2回調査で減少しており、自動車利用削減の動機付けとして効果があったことが伺える。

「習慣強度」は、「〇〇に行くとき、あなたはどのように行動しますか?」という質問に対して、どの交通手段を利用するかを選択してもらうものである（〇〇には「家の近くのコンビニ」など計10箇所の目的地が入る）。全質問に対する回答を集計した結果、withグループと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グループとwithoutグループの回答の変化傾向が異なった。「営業」に関しては、大阪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変更が発生するという、意図した手段変更とは異なる結果となった。

(4) 行動の変化

ここでは、両グループで調査日程条件をできるだけ揃えるため、withグループは11月26、27日の行動データに限定する。総じて、withグループは第1回と第2

回調査で自動車トリップ数にほとんど変化はなかったが、自動車移動時間が減少した。また、徒歩トリップ数が減少、鉄道トリップ数が増加し、鉄道乗車時間も増加した。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減少している。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変更」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、自動車以外の手段からの公共交通への変更を促進したことが伺える。

そこで、個人属性や活動パターンの違いと公共交通への変更との関係を検討した。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、提示した代替活動パターン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、明確な関係は見いだせなかった。一方、トリップ目的やトリップチェーンに着目して、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少し、公共交通がより多く利用されていることがわかった (図3、図4)。

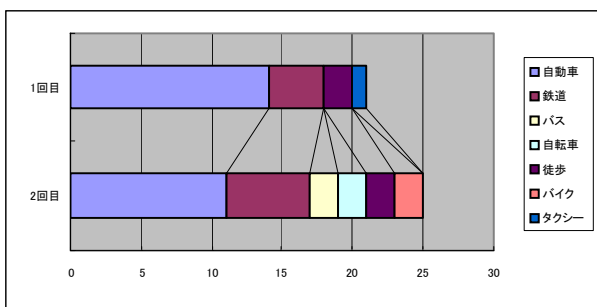


図3 買い物目的トリップを含まないトリップチェーンの代表交通手段別トリップ数 (with グループ)

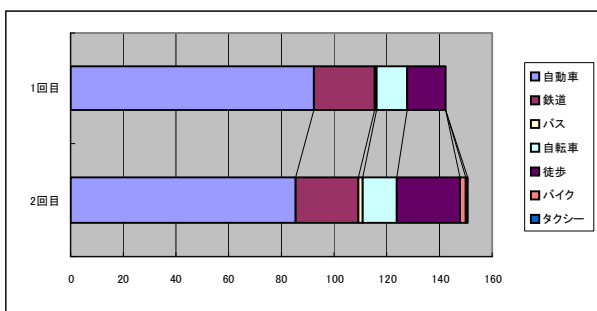


図4 買い物目的トリップを含まないトリップチェーンの代表交通手段別トリップ数 (without グループ)

5. まとめ

本研究では、GPS携帯電話を利用したトラベルダイアリー調査システムと、WebGISソフトウェアを活用した交通行動自己診断システムを開発し、TFPのコミュニケ

ーションツールとしての有効性を検討した。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。また、活動パターンによって代替活動パターンのシミュレーションの有無により、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。以上の結果は、一日の活動パターンとその代替案を、より具体的で現実的に確認できることの効果であるものと考えられる。

今後の課題としては、トラベルダイアリーの修正作業に多大な時間を費やしたため、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土日の行動を対象とした TFP を行ったが、交通手段変更のみで活動スケジュールが成立する可能性が高いのは、土日よりも平日の通勤や業務交通であると考えられ、平日の交通行動を対象にした同様の検証を行いたいと考えている。また、バスネットワークや施設情報データベースなどを準備することで、より現実的に代替交通手段を考慮でき、目的地、経路、活動順序の変更、予算や時間制約、交通手段の複数日での使い分けなども検討できる、将来の活動計画の立案に直接貢献できるようなシステムに改良し、その効果の検証を行いたい。

謝辞

大阪府の事業所交通マネジメントプログラムへの適用に際しては、(財)大阪府みどり公社、(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、システム開発に際しては、大阪市立大学の内田敬助教授に、多岐に渡って大変お世話になった。紙面を借りてここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会: モビリティ・マネジメントの手引き, 土木学会, 2005.
- 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, Vol.31, CD-ROM, 2005.
- 3) モビリティ・マネジメント・プログラム, <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, Vol.30, CD-ROM, 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.
- 6) Ohmori, N., N. Harata and K. Ohta: Two applications of GIS-based activity-travel simulators. In Timmermans H. (ed.), Progress in Activity-Based Analysis, pp.415-435, Elsevier, Oxford, 2005.
- 7) Aono, S., N. Ohmori and N. Harata: Development of an Internet-based travel survey system, Proceedings of the International Symposium on City Planning 2004, pp.41-50, 2004.
- 8) Aono, S., N. Ohmori and N. Harata: Development of a web-GIS simulator for holiday non work activities, Proceedings of ICTTS 2006, 2006.