

アンケート調査データに基づく松山自動車道 利用者の休憩施設選択行動の分析

山田 隆広¹・倉内 慎也²・吉井 稔雄³・永井 基博⁴

¹学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: yamada.takahiro.10@cee.ehime-u.ac.jp

²正会員 愛媛大学准教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

³正会員 愛媛大学教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

⁴非会員 西日本高速道路株式会社 四国支社 (〒760-0065 香川県高松市朝日町4-1-3)
E-mail: m.nagai.ab@w-nexco.co.jp

本研究では、高速道路における漫然運転を防止するアプローチとして、SA/PAにおける休憩行動の促進に着目し、その第一段階として、ドライバーの休憩施設選択行動のモデル化を行った。ドライバーは経路途上に存在する休憩施設に到達する度に休憩するか否かの意思決定を行うという逐次選択行動を仮定し、各々の選択については二項ロジットモデルを採用し、松山自動車道のSA/PAで実施したアンケート調査を用いてモデル推定を行った。その結果、連続走行時間等の走行状況や、行程における当該休憩施設の位置ならびに施設属性が休憩施設の選択に有意に影響を及ぼしていることを確認した。また、構築したモデルを用いてマイクロシミュレーションにより現況再現性の検証と感度分析を行ったところ、比較的良好な再現性を示す一方、逐次選択の仮定の影響により、休憩施設の変更が生じにくいという問題点が明らかとなった。

Key Words : Matsuyama expressway, rest area choice, sequential choice model, traffic accident

1. はじめに

近年、我が国の高速道路における交通事故件数は、様々な対策が講じられたことにより減少傾向にはあるが、依然として年間で1万件以上もの事故が発生している¹⁾。そのため、今後は現状の事故対策を継続的に実施すると共に、これまでとは異なる視点に立った対策も併せて検討・実施する必要がある。ここで、高速道路における法令違反別交通事故状況²⁾を見てみると、前方不注意等のドライバーのヒューマンエラーに起因するものが約90%を占めている。ゆえに、ヒューマンエラーの一因である漫然運転を防止するような対策が急務である。漫然運転を防止するアプローチとしては、1) 運転挙動等から異常を検知したりアラートを発するなどの車両側からのアプローチ、2) 眠気を防止するような舗装・照明の設置や、SA/PAの拡充による休憩施設への誘導、ICの増設による走行時間の短縮などの道路施設側からのアプローチ

に加え、3) 広報や情報提供による意識啓発などのドライバーに働きかけるアプローチがある。これらはいずれも長年にわたり研究・実施がなされており、引き続き多様な検討が必要であることは言うまでもないが、本研究では、2) のうち、休憩施設の拡充やICの増設等のハード整備に焦点をあて、休憩の促進や走行時間の短縮を通じて漫然運転を防止するアプローチに着目する。このようなハード整備の費用対効果を検討するには、休憩が漫然運転の防止に及ぼす影響を明らかにすると共に、ドライバーの休憩施設選択行動のモデル化が必要となる。本稿では、このうち、比較的研究事例が限られているドライバーの休憩施設選択行動に焦点をあて、漫然運転による事故の割合が高い区間を含む松山自動車道下り線を対象にモデル化を行った結果を報告する。

2. 用いるデータおよび分析の概要

表-1 アンケート配布数・回収率

調査箇所	配布数	回収数	回収率
豊浜SA（下）	300	161	54%
石鎚山SA（下）	300	138	46%
入野PA（下）	100	41	41%
合計	700	340	49%

表-2 休憩施設選択行動データ

区間	発ノード	種別	着ノード	種別	区間種別	区間距離	休憩
1	香川県高松市番町	出発地	高松西IC	IC	一般道	9	せず
2	高松西IC	IC	府中湖PA（下り）	PA	高速道	7.4	せず
3	府中湖PA（下り）	PA	高瀬PA（下り）	PA	高速道	24.8	せず
4	高瀬PA（下り）	PA	豊浜SA（下り）	SA	高速道	17.3	せず
5	豊浜SA（下り）	SA	上分PA（下り）	PA	高速道	8.3	せず
6	上分PA（下り）	PA	入野PA（下り）	PA	高速道	17.3	休憩
7	入野PA（下り）	PA	石鎚山SA（下り）	SA	高速道	31.8	休憩
8	石鎚山SA（下り）	SA	桜三里PA（下り）	PA	高速道	19.2	せず
9	桜三里PA（下り）	PA	川内IC	IC	高速道	4	せず
10	川内IC	IC	愛媛県東温市下林	目的地	一般道	4.7	せず

表-3 休憩施設属性データ

項目	
インフォメーションセンター	有・無
ガソリンスタンド	有・無
レストラン	有・無
スナック	有・無
ショップ	有・無
コンビニエンスストア	有・無
トイレ	男（大・小） 女
駐車場	大型（台）
	小型（台）
	二輪（台）
	トレーラー（台）
休憩施設種別	SA・PA 上り・下り

ドライバーの休憩施設選択行動をモデル化するためには、ドライバーが実際に立寄った休憩施設を観測する必要がある。近年では、プローブデータにより休憩を含む走行軌跡が観測できるようになっており、実際、搭載が義務づけられている貨物車のデジタルタコグラフデータを用いて休憩行動をモデル化した研究³⁾もなされている。しかしながら、特に一般ドライバーのプローブデータについては、個人情報保護の観点から詳細な走行軌跡が把握できないなど、依然としてアクセスしにくい状況にある。そこで本研究では、安価かつデータ入手の容易さを鑑み、SA/PAにてアンケート調査を実施し、モデル化に際しての行動データを収集した。

(1) アンケート調査の概要

アンケート調査は、ドライバーの特徴を表す個人属性と当日の道路利用状況を把握するために、愛媛大学都市・交通計画研究室が実施主体となり、2014年12月7日（日）に、高松自動車道および松山自動車道下り線の豊浜SA、入野PA、石鎚山SAの3カ所にてアンケート調査票を配布した。回収は郵送形式で実施し、表-1にその配布・回収状況を示す。なお、西日本高速道路株式会社（以下、NEXCO 西日本）によると、松山自動車道下り線の下流側に位置する伊予西条ICから川内ICまでの区間が四国の高速道路の中でも事故リスクが非常に高い区間となっている。加えて、この区間の高い事故リスクについては、著者らの既往研究⁴⁾において、道路構造や交通流等の客観的要因では説明できないことがわかっている。さらには、四国内の他県においても、主要都市にアクセスするICの直前の区間で同様の傾向が確認されていることから、目的地まであと少しだからという心理や安心感などの心理的要因が漫然運転を引き起こしているものと推察される。

(2) アンケート調査における設問の概要

業務トリップと私用トリップでは、休憩行動に違いがある可能性があるため、性別・年齢等の個人属性に加え、当日のトリップ目的や高速道路の利用頻度等を尋ねた。また、休憩施設選択行動の支配的要因である連続走行時間を把握するために、出発地、目的地の住所もしくは施設名に加え、最初に利用したICと最後に降りたICを尋ねた。利用した休憩施設については、利用した順番に施設名を全て記入して頂いた。なお、休憩施設名を思い出せない場合に備え、四国およびその周辺地域のSA、PA、主な道の駅を記した地図を同封し、それを参考に回答をして頂くよう要請した。また、休憩施設利用の計画性や利用目的を把握するため、利用予定の有無と選択理由も併せて尋ねている。

(3) 休憩施設選択行動分析のためのデータ作成

アンケート調査から直接把握できる当日の走行状況は、出発地、最初のIC、利用した休憩施設、最後のIC、目的地のみである。それゆえ、休憩施設を利用した時の走行状況や、当該施設の施設属性、また、休憩施設を利用せず通過したときの走行状況や、当該休憩施設の施設属性の把握はできない。そこで、以下のようにして、各休憩施設に達した時点での走行状況や、当該施設属性に関するデータを作成した。

a) 休憩施設選択行動データ

休憩施設選択行動データとして、表-2のようなデータを NEXCO 西日本 HP、NEXCO 中日本 HP 並びに NAVITIME より作成した。具体的には、まず出発地及び目的地と利用IC間の距離を NAVITIME で作成した。各休憩施設間およびICと休憩施設間の距離については NEXCO 西日本 HP、NEXCO 中日本 HP より作成した。なお、このようにして算出されるのは、全て距離となるが、休憩行動には走行距離よりも走行時間の方が影響が強いと考え、走行速度を、一般道路については 25km/h、高速道路は 90km/h と仮定し、走行時間を算出した。

b) 休憩施設属性データ

レストランやガソリンスタンドの有無といった休憩施設属性データは、上記データ作成時に出現した全休憩施設を対象に、NEXCO 西日本 HP、NEXCO 中日本 HP、本州四国連絡高速道路株式会社 HP、及び国土交通省 HP を用いて、表-3の項目について作成した。

3. データの基礎集計

モデル化に先駆け、収集・作成したデータの特徴を把握するために、OD、トリップ長、休憩施設立ち寄り回数、連続走行時間について基礎集計を行った。

(1) OD・トリップ長

アンケート調査で観測されたトリップの OD を図-1 に、トリップ長を図-2 に示す。多くのトリップが四国内々のトリップとなっており、その結果、平均トリップ長は 158km であった。100km 未満の短距離トリップが全体の 25% であり、200km 未満になると全体の約 8 割を占めている。

(2) 休憩施設立ち寄り回数

休憩施設立ち寄り回数の集計結果を図-3 に示す。用いたデータは短距離トリップが多かったため、休憩施設立ち寄り回数は半数が 1 箇所のみという結果となった。

(3) 連続走行時間

連続走行時間の集計結果を図-4 に示す。平均は 56 分あり、既往研究⁵⁾よりやや短い結果となった。これは SA・PA での配布に加え長距離トリップが少なかったことが影響していると考えられる。

4. 休憩施設選択行動に影響する要因の分析

(1) モデル概要

本研究では図-5のように、高速道路利用時にドライバーが SA、PA などの休憩施設に到達する度に休憩するか否かを逐次的に選択すると仮定した。作成したデータを用いて、経路途上にある各施設で休憩したか否かを被説明変数とし、二項ロジットモデルにより休憩施設選択行動に有意に影響を及ぼす要因を検証した。

(2) 推定結果および考察

表-4は構築したモデルの推定結果であり、推定値が正であれば各施設に立ち寄りやすいことを示している。なお、トリップ目的が業務とそれ以外では、休憩施設選択要因が異なる可能性があるため、一部の説明変数については、トリップ目的ごとにパラメータを分けてモデル推定を行った。

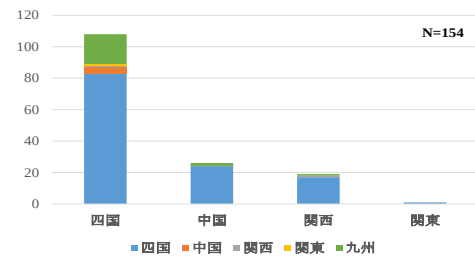


図-1 トリップのOD (出発地域別の目的地地域)

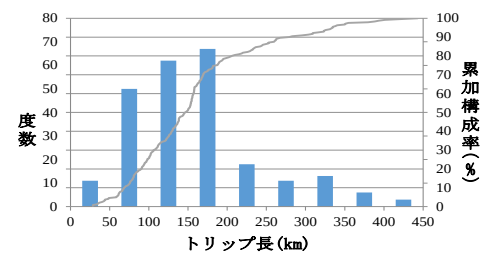


図-2 トリップ長

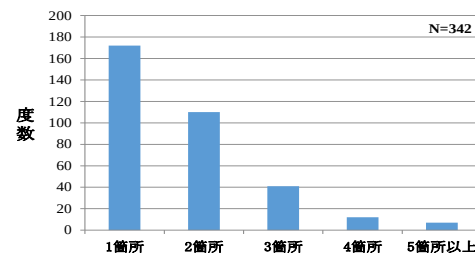


図-3 休憩施設立ち寄り回数

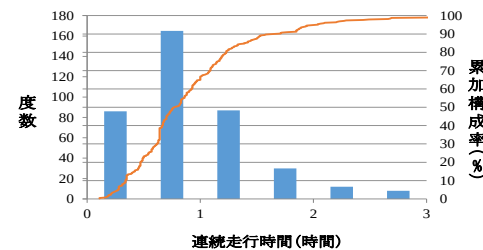


図-4 連続走行時間

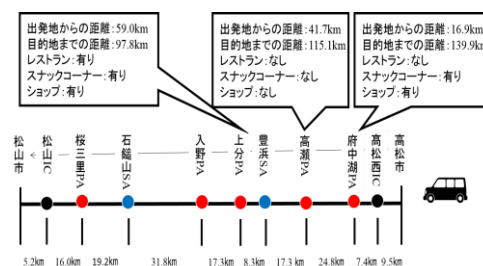


図-5 想定する休憩施設選択行動

自由度調整済み尤度比は0.433であり、比較的良好な適合度を示している。個人属性では、年齢が30代以下と50代以上のドライバーが休憩しにくいといった結果を得た。30代以下は、体力的に余裕もあることが影響したことが推察される。その一方で、50代以上の高齢ドライバーは長距離トリップを行う頻度が少ないこと、もしくは運転経験が豊富なため休憩間隔が長くなっていることが影響しているものと推察される。次に、トリップ長について、一般に長距離の移動では、小まめに休憩するか一度に長距離を運転するかのいずれかのケースが考えられるが、今回は後者の傾向が強いことが強いことが確認された。走行状況の影響に着目すると、連続走行時間が1時間以下では休憩しにくい傾向にあった。さらに業務目的、業務以外ともに連続走行時間の影響を受けており、その推定値は出発地から休憩施設までの連続走行時間より前休憩施設から次の休憩施設までの連続走行時間の方が大きくなっている。これは同じ走行距離であっても一度以上休憩した後の方が休憩しやすい傾向にあることを示しており、ドライバーの疲労が反映されたものと推察できる。一方で、施設位置に関しては、SA、PAに関わらず高速道路上での最後の休憩施設で立ち寄りやすく、次のSAまでの距離があるほど休憩しやすくなっている。次に、施設属性について、パラメータ推定値から部分効用を計算した結果を図-6、図-7に示す。まず業務目的で

は、店舗等があれば休憩施設属性に大差は見られなかった。また業務以外であれば、ややPAよりもSA嗜好が強いことが伺える。また今回、休憩施設属性データとして作成したトイレの設置数や車種別の駐車台数等は有意に推定されなかった。

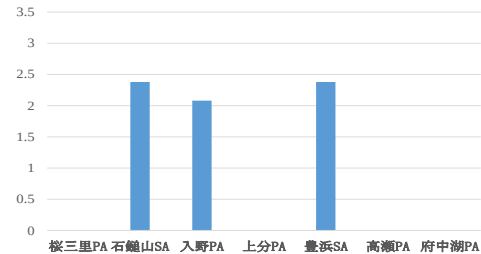


図-6 業務目的における部分効用

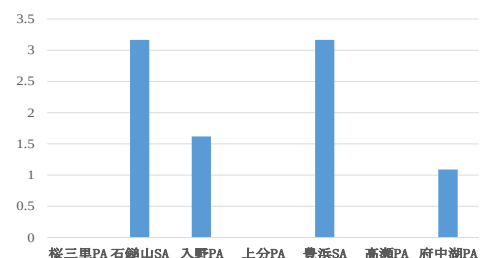


図-7 業務以外における部分効用

表-4 推定結果

説明変数			推定値		t値	
定数項			-2.23		-4.77	
個人属性	30代以下		-0.446		-1.77	
	50代以上		-0.431		-2.03	
トリップ特性 および 走行状況	トリップ長200km以上		-0.867		-4.12	
	連続走行時間1時間以下(時間)		-0.608		-2.28	
	累計走行時間/総所要時間		-0.690		-1.18	
			業務目的		業務以外	
			推定値	t値	推定値	t値
	当該休憩施設から目的地までの走行時間		-0.799	-1.54	-0.648	-1.98
	連続走行時間(時間)	出発地から	0.528	2.47	0.670	3.00
前休憩施設から		1.28	2.15	1.10	2.64	
施設位置	高速道路での最後のPA		1.06	2.01	1.17	3.14
	高速道路での最後のSA		1.67	3.65	1.02	3.00
	次のSAまでの距離(km)		3.25	2.40	1.38	1.85
施設属性	SA	ガソリンスタンド	-	-	1.63	3.27
		レストラン	1.03	2.44	0.415	1.28
		スナックコーナー・フードコート	1.35	2.79	1.12	2.27
	PA	ショップ	-	-	1.09	3.19
		コンビニ	2.08	5.54	1.62	5.57
サンプル数			1536			
自由度調整済み尤度比			0.43			

5. 推定結果を用いた現況再現性および感度分析

今回構築したモデルを、仮定に即して逐次的に適用した場合、どの程度現況再現性を有しているのか検証を行った。1個人あたり10,000回のマイクロシミュレーションを行い、個々の休憩施設において休憩するか否かについてはモンテカルロ法を適用した。その上で、休憩施設ごとに立ち寄り率を算出し、それを現況再現性の評価指標として用いることとした。

(1) 現況再現性

図-8 は、シミュレーションで再現された各施設の立ち寄り率からアンケート調査での実際の立ち寄り率を引いた値を誤差として、それをシミュレーションでの各施設の通過回数ごとにプロットしたものである。また、図-9 は、そのうち、高松西 IC から川内 IC 間の下り路線に存在する休憩施設の現況再現性を示している。図-8 からわかるように、通過回数が少ない施設については誤差が非常に大きい場合があるが、通過回数がある程度大きくなれば、一定程度の再現性を有していることがわかる。通過回数が少ない施設は、関西圏の高速道路の休憩施設等であり、必然的にトリップ長が長いデータである。そのようなデータは、今回のデータの中ではやや特異であることに加え、逐次選択モデルであるがゆえに上流での休憩行動の差異が下流に伝播するため、このような結果になったものと考えられる。しかしながら、図-9 からわかるように、今回アンケート調査票を配布した路線については、誤差が概ね 5%以内に収まっており、ある程度の現況再現性を有しているものと判断できる。

(2) 感度分析

走行時の事故リスクを低減するための休憩促進策として、休憩施設の充実に着目し、幾つかの政策分析を行った。まず、本アンケート調査において走行台数の多い高松西 IC から川内 IC 間における松山自動車道の最初の休憩施設である上分 PA、また区間の最終休憩施設である桜三里 PA にコンビニエンスストアを新設した場合の立ち寄り率の変化をシミュレートした。これは、既往研究より、コンビニエンスストアの需要が高いことがわかっており、モデル推定においても正で大きな値を示していたためである。

a) 桜三里PAにコンビニエンスストアを新設

まず、区間の最終休憩施設である桜三里SAにコンビニエンスストアを建設した場合の結果を図-10に示す。図からわかるように、上流の休憩施設の立ち寄り率に変化は見られなかった。これは、本研究が休憩施設の選択行動として逐次選択を仮定しているため、当該施設の上流には基本的に変化が及ばないためである。一方、下流

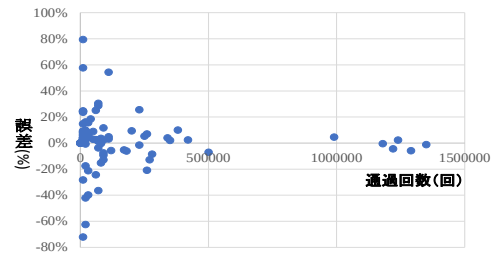


図-8 現況再現性

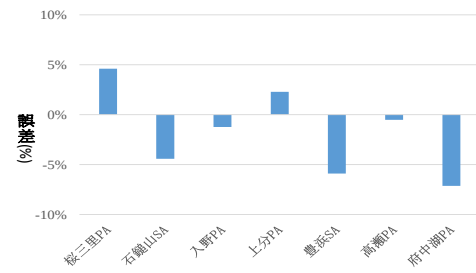


図-9 高松西 IC から川内 IC 間の現況再現性

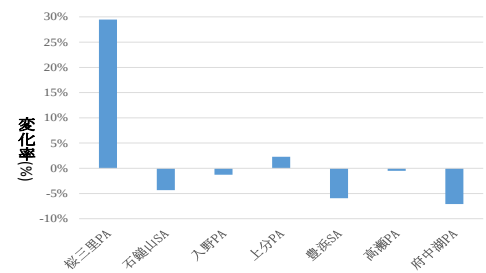


図-10 桜三里 PA における立ち寄り率の変化

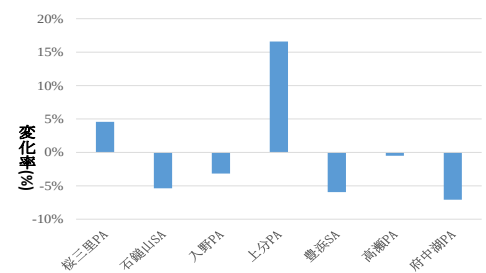


図-11 上分 PA における立ち寄り率の変化

の立ち寄り率が大きく減少しなかったことは、コンビニエンスストアの推定値が大きく、他の要因の影響を受けにくかったことが影響したものと推察される。

b) 上分PAにコンビニエンスストアを新設

同様に、上流に位置する上分 PA にコンビニエンスストアを新設した場合の立ち寄り率の変化を図-11 に示す。このケースにおいても、上分 PA での立ち寄り率がほぼ純増するという結果となり、その代わりに下流施設での立ち寄り率が減少する傾向は見受けられない。本研究では、逐次選択の問題を緩和すべく、目的地までの所要時間等の先の行程に関する要因を説明変数として加えたも

の、その影響はそれほど大きくなかったことが原因として考えられる。

6. まとめ

本研究では、事故削減にむけた取り組みとして、休憩施設の拡充等のハード整備による休憩行動の促進に着目し、その効果を把握するための第一段階として、アンケート調査データに基づく休憩施設選択行動のモデル化を試みた。その結果、長距離トリップは短距離トリップと比較して休憩しにくい、また、疲労の影響もあり、一旦休憩してからの方が、休憩施設に立寄りやすい等の知見を得た。また、休憩施設属性に関しては、トイレの設置数や駐車台数等の影響は明らかにできなかったが、業務目的では店舗等の施設があれば施設属性の影響は小さく、業務以外ではレストラン等の施設が充実しているSAに立ち寄りやすいなどの傾向を把握した、また、構築したモデルを用いて現況再現性の検証と感度分析を行った結果、比較的良好な再現性が得られたものの、施設整備は当該施設の立寄り率を純増させるだけであり、上下流の施設への影響は極めて小さいとの問題点が明らかとなった。これは、逐次選択の仮定による部分が大きく、ゆえに、今後はドライバーの休憩施設選択におけるスケジューリングを考慮したモデルに拡張する必要がある。また、本研究で用いたデータには、無休憩者のデータが含まれていないため、立ち寄り率を過大に評価している可能性

がある。加えて、休日にアンケートを実施したため、業務目的のトリップも少ないと行った問題も挙げられる。ゆえに、今後の課題として、大型車を含み、かつ無休憩者の走行軌跡が把握できるプローブデータを援用するなどして分析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成 26 年中の交通事故の発生状況, 2015. (<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001132129>)
- 2) 警察庁交通局：平成 25 年中の交通事故の発生状況, 2014. (<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Pdfdl.do?sinfid=000023626210>)
- 3) 瀬谷創, 張峻屹, 力石真, 藤原章正, 向江達彦; デジタルタコグラフデータを用いた高速道路における貨物者の SA/PA 選択行動の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, CD-ROM, 2015.
- 4) 愛媛大学交通工学・都市環境計画研究室：高速道路の交通事故リスク評価に関する研究, 西日本高速道路株式会社四国支社共同研究報告書, 2014
- 5) 松下剛, 熊谷孝司, 野中康弘, 石田貴志; 高速道路の休憩施設選択要因に関する基礎分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.44, CD-ROM, 2011.
- 6) 椎野修, 日比野直彦, 森地茂; 高速道路休憩施設の立寄り特性と混雑対策, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, CD-ROM, 2011.
- 7) 北村隆一, 森川高行編著：交通行動の分析とモデリングー理論/モデル/調査/応用ー, 技報堂出版, 2002