

所要時間の不確実性を考慮した長岡まつり花火大会帰宅時の経路選択モデルの構築

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 非会員 須賀晶彦
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野可寸志
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 鳩山紀一郎
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 伊藤潤

1. はじめに

「日本三大花火大会」の1つとして全国に知られている長岡まつり花火大会は、開催回数を増すごとに観光客が増加し、平成29年に開催された長岡まつり花火大会では平日開催であるにも関わらず、2日間の合計観光客数は103万人を記録した。一方、来場者の増加の影響もあり、21時の花火終了後から23時にかけて、長岡IC付近から毎年大規模な交通渋滞が発生している。そこで、長岡まつり協議会では、花火大会のパンフレット「渋滞回避の虎の巻」や長岡まつり協議会のホームページ等で例年の渋滞情報を公開し、帰宅経路を分散させるといった対策を行っている。

既存の研究から長岡ICから渋滞が発生する原因としては、長岡IC付近のボトルネックによるものであることが確認されている¹⁾。これは、所要時間の短縮に着目したもので、来場者を固定層と選択層に分類し、それぞれの層の特徴や傾向を把握し、動的な交通施策を目的とした研究等が行われてきた²⁾。しかし日常的に長岡市を活動拠点としていないドライバーの経路選択には、経路に対する知識や所要時間の不確実性等、通常の経路選択とは異なる要因が影響していると考えられる。

そこで本研究では、市街からの来場者の特徴の把握や、経路選択を行う際に、経路情報や所要時間の不確実性がどのような影響を与えるのか明らかにするため、調査を実施した。本研究では経路選択モデルの構築を目的とし、ヒアリング調査を実施した。

2. ヒアリング調査概要

長岡まつり花火大会に市外からの来場者を対象にヒアリング調査を行った。ヒアリング調査概要については表-1に示す。

表-1 ヒアリング調査概要

調査対象者	市街からの来場者
調査日	平成29年8月2日
調査時間	13時～18時(5時間)
調査場所	信濃川兩岸(図-1参照)
有効回答数	464
調査概要	
(1)個人属性 ・性別・年齢・同行者・人数等	
(2)移動手段 ・主な交通手段・選択理由・利用IC・ETCの利用等	
(3)交通情報 ・交通情報の入手方法等	
(4)選好経路 ・経路選択モデルを構築するためのSP調査	



図-1 調査場所(出典:国土地理院)

3. 調査結果

ヒアリング調査によって464サンプルが得られた。集計結果を以下に示す。

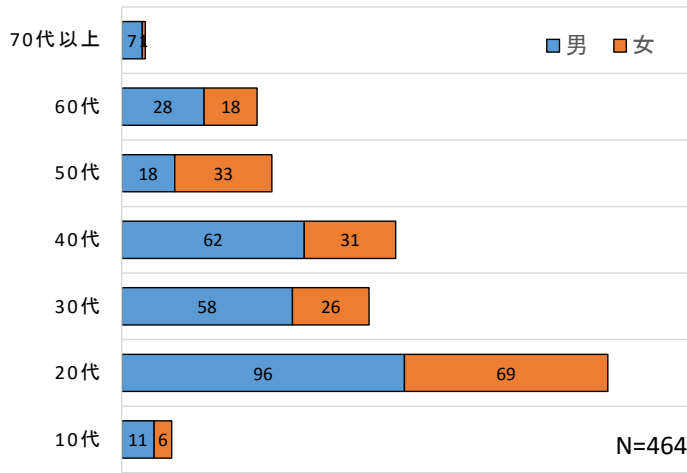


図-2 年代別の人数と男女比

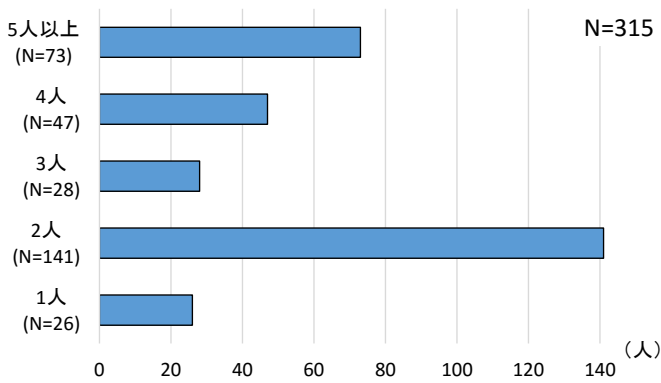


図-3 同行者数

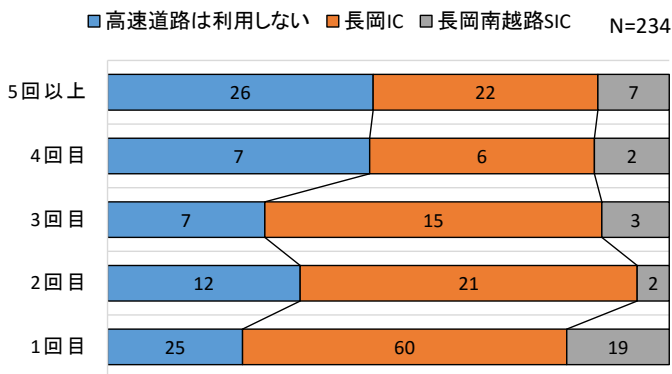


図-4 年代別の人数と男女比

図-2より、20代の回答者が多くなっているが、男女比は大きな偏りが少ないサンプルを得ることができた。また図-3では2人組で参加する来場者の割合が多い。理由としては夫婦、または恋人関係での参加者が多いこと

が考えられる。参加回数と帰宅時の利用 IC の割合を図-4に示す。この結果から利用する IC の選択には参加回数は影響していないことが確認された。

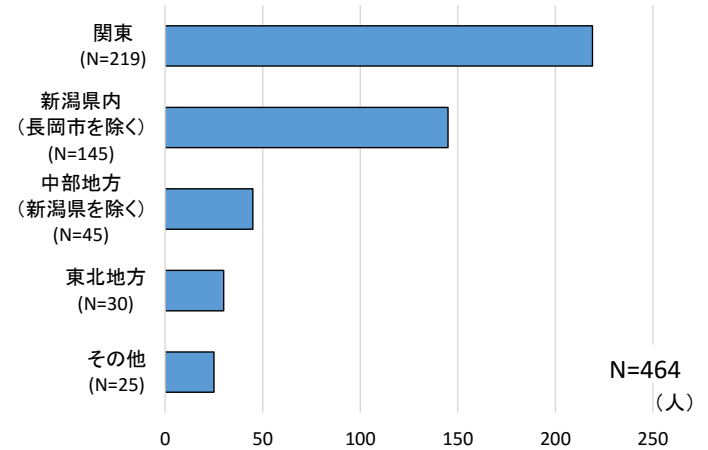


図-5 地方別の来場者数

表-2 交通手段に対するサンプル数

条件	サンプル数
県外自動車 (関東)	201 (139)
県外電車 (関東)	88 (63)
長岡市を除いた県内自動車	82
長岡市を除いた県内電車	42
その他	47
合計	461

図-5より、関東地方及び新潟県内の長岡市を除いた市町村からの来場者が多いことがわかる。表-2より、関東地方から自動車で来ている参加者の割合は全体の約30%で、長岡市を除く新潟県内の市町村から自動車を利用する来場者は全体の約18%であることがわかった。このことから、帰宅時に長岡ICから発生している渋滞は、関東地方、長岡市を除いた新潟県内の市町村及び中部地方へ帰宅する参加者により、急激に長岡ICの需要が高まることによって発生していると考えられる。

3. 経路選択モデルの構築

(1) 目的

本研究ではシミュレーションソフト Paramics を用いて情報提示による迂回施策の評価を行うことを目的としている。シミュレーションを行う際に、ドライバーの経路選択行動を把握し、施策を実施した際の迂回経路への転換率を求めODの変更を行うため、SP調査を行った。

(2) 調査概要

回答者に対し質問の理解を深めるため、現地にてヒアリングによる形式で実施した。回答者への負担を減らすため、所要時間に対する因子は、平成 28 年に所要時間に着目した SP 調査の結果から、平均所要時間、最小所要時間、最大所要時間のうち、経路選択の際に重要であると回答された上位 2 つの平均所要時間及び最大所要時間を用いた。調査結果で示したように長岡まつり花火大会は、幅広い年齢層や居住地からの来場者が多い。また、通勤・通学といった日常交通と比較すると、土地勘の無いドライバーが多く存在するため、経路選択行動は所要時間の他に日常交通とは異なる因子が影響していると考えられる。そこで本研究では「IC までの距離」、「経路情報のわかりやすさ」を変数として加えた。これらの理由により設定した因子と水準を表-3 に示す。また、長岡まつり花火大会では広範囲にわたり駐車場が存在し、回答者が想像しやすいよう、北側の国道 8 号線と左岸バイパスが交差する地点から迂回経路を示したパターン A と、南側の国道 404 号線と左岸バイパスが交差する地点から迂回経路を示したパターン B の 2 種類を作成した。会場の中央に架かる大手大橋を境に南北に分け、北側でパターン A、南側でパターン B のアンケートを実施した。質問形式は設定した因子と水準を直交表に適用し、設定した 9 つのプロファイルを、回答者が判断しやすいよう一対比較による方法で作成した。

表 - 3 設定した因子と水準

因子	水準 1	水準 2	水準 3
平均所要時間	同じ	20%減	40%減
最大所要時間	平均所要時間 に対し 20%増	平均所要時間 に対し 40%増	—
IC までの距離	A:4.1km	A:5.5km	—
	B:3.2km	B:4.3km	
経路情報	無し	ルート情報	ルート情報 +誘導看板

※平均所要時間の水準は迂回開始交差点から国道 8 号を利用し長岡 IC を利用した場合と比べて

(3) モデル構造

施策実施時の代替経路利用の要因を明らかにするため、本研究では「迂回経路を利用する」、もしくは「直進経路を利用する」の 2 選択肢に対して二項ロジットモデルに適用する。なお、パラメータ推定には最尤法を用いる。

以下にモデル式と効用関数を設定した。

$$P_{An} = \frac{e^{V_{An}}}{e^{V_{An}} + e^{V_{Bn}}}$$

P_{An} : 個人 n が迂回経路を選択する確率

V_{An} : 個人 n が迂回経路の選択による効用の確定項

V_{Bn} : 個人 n が直進経路の選択による効用の確定項

$$V_{An} = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \theta_3 x_3 + \theta_4 x_4 + \theta_5 x_5 + \theta_6 x_6 + \theta_7 x_7$$

$$V_{Bn} = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \theta_3 x_3$$

x_1 : IC までの距離

x_2 : 平均所要時間

x_3 : 最大所要時間

x_4 : 経路情報

x_5 : 若者ダミー (29 歳以下 : 1, 30 歳以上 : 0)

x_6 : 初めての参加ダミー (初参加 : 1, 2 回目以上 : 0)

x_7 : 長岡 IC の利用ダミー (長岡 IC : 1, その他 IC : 0)

(4) パラメータの推定結果

本研究ではシミュレーションを使用し、施策評価を行うことを目的としている。より正確な施策評価を行うためには的中率の高いモデルの構築が必要である。しかし前に述べたように長岡まつり花火大会における来場者は、幅広い年齢層や、移動距離が大きく異なる。そこで本研究では回答者の特徴毎にグループ分けを行い、各グループに対してパラメータの推定を行い、的中率の向上を図ることとした。各推定結果を以下に示す。

表 - 4 パラメータ推定結果 (全体)

添字	変数(x)	係数(θ)	t 値	p 値
1	IC までの距離	-0.72	-16.0	***
2	平均所要時間	-0.05	-5.15	***
3	最大所要時間	-0.03	-3.55	***
4	経路情報	0.69	11.6	***
5	若者ダミー	-0.32	-3.57	***
6	初めての参加ダミー	0.15	1.68	*
7	長岡 IC の利用ダミー	-0.11	-1.11	
N	4068			
尤度比	0.21			
的中率	74%			

*:p<0.1 **p<0.01 *** p<0.001

表 - 5 パラメータ推定結果 (自動車)

添字	変数(x)	係数(θ)	t 値	p 値
1	IC までの距離	-1.03	-15.8	***
2	平均所要時間	-0.16	-9.44	***
3	最大所要時間	-0.02	-1.99	**
4	経路情報	0.88	12.1	***
5	若者ダミー	-0.38	-3.71	***
6	初めての参加ダミー	0.25	3.60	***
7	長岡 IC の利用ダミー	-0.11	-1.04	
N	2583			
尤度比	0.33			
的中率	78.3%			

*:p<0.1 **:p<0.01 *** p<0.001

表 - 6 パラメータ推定結果 (電車)

添字	変数(x)	係数(θ)	t 値	p 値
1	IC までの距離	-0.59	-5.56	***
2	平均所要時間	-0.03	-1.88	*
3	最大所要時間	-0.05	-3.96	***
4	経路情報	1.00	9.50	***
5	若者ダミー	-0.72	-4.97	***
6	初めての参加ダミー	0.07	1.77	*
7	長岡 IC の利用ダミー	-1.18	-0.38	
N	1251			
尤度比	0.26			
的中率	73.2%			

*:p<0.1 **:p<0.01 *** p<0.001

表-4 はグループ分けを行わず、パラメータ推定を行った結果である。表-5 は交通手段として自動車を利用した来場者、表-6 は電車を利用した来場者に分けた際の、パラメータ推定を行った結果である。全体の推定結果と比較すると、本研究で対象とする自動車の的中率を向上させることができた。表-5 の係数から、最も経路選択に影響する因子が IC までの距離であることがわかった。この理由としては、遠方から来た県外来場者は帰宅時の時間短縮に対する効用と比較すると、経路情報の係数から、道を間違えるリスクや経路を設定する労力が上回っていることが考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では長岡まつり花火大会の会場にて市外からの来場者を対象にヒアリング調査を行った結果、

464 サンプルを収集することができた。来場者の割合は、関東地方が最も多く 2 番目に長岡市を除く新潟県内の市町村が多いことがわかった。また、関東地方、長岡市を除く新潟県内の市町村からの来場者は自動車を利用して移動している割合が高く、渋滞が発生する原因の 1 つであると考えられる。参加回数によって IC の変更を行う傾向は確認されなかった。パラメータ推定では全体で行った場合より、利用交通手段別にグループ分けを行い推定することで、自動車の的中率を向上することができたため、グループ分けは有効だといえる。自動車のグループの推定結果より経路選択行動を行う際は、IC までの距離、経路情報の順で影響している結果となった。しかし、的中率が 70% 台であるため、更なる的中率の向上を図る必要がある。

今後の展望としては、長岡 IC の利用の有無が大きく影響していることから、自動車を利用する県外来場者と長岡市を除く県内来場者にグループ分けを行い、パラメータの推定を行う。最もの中率の高いモデルを使用し情報提示に対する迂回経路の選択率を求める。次にシミュレーションソフト Paramcs を使用し 2016 年から 2017 年にかけて新たに開通した長岡北スマート IC、迂回経路の設定で使用する左岸バイパスの交差点を含めたネットワークを作成し、花火時のプローブカーによって求められた所要時間と比較しながら OD の修正を行い、時間帯ごとのシミュレーションの精度の向上を行う。求めた迂回経路の選択率を基に OD を変化させ、施策の評価を行う。また、推定結果によっては時間帯ごとの交通規制等の施策の評価も行う。

参考文献

- 1) 杉本 有基, 佐野 可寸志, 西内 裕晶「交通シミュレーションを用いた長岡大花火大会における交通渋滞緩和施策の評価」長岡技術科学修士論文集
- 2) 本藤優一, 佐野 可寸志, 西内 裕晶「所要時間情報に着目した長岡花火渋滞時における経路選択行動分析」長岡技術科学修士論文集
- 3) 2017年長岡まつり花火大会観覧者数
長岡まつり協議会ホームページ
<http://nagaokamatsuri.com/>
- 4) 田村 征洋, 黒岩 祥太: コンジョイント分析による有権者の政策専攻に関する研究, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, p1-p19, 52巻, 2009
- 5) 石村貞夫, 石村光資朗, 2016年7月25日, SPSSによる多変量データ解析の手順, 第5版, 東京図書株式会社 発行

