

マイクロ交通シミュレーションを用いた長岡まつり大花火大会における交通渋滞緩和施策の評価

都市交通研究室 修士2年 杉本 有基
指導教員 佐野可寸志
西内 裕晶

1. 研究背景と目的

長岡花火大会は、2日間で約100万人の観光客が訪れる新潟県屈指の観光イベントである。花火は19時30分から打ち上げられ、21時に打ち上げが終了する。そのため、花火終了時刻前後に観光客が一斉に帰宅し、21時から24時にかけて会場周辺で交通渋滞が毎年発生する。特に長岡インターチェンジ方面に向かう国道8号線では、約4km進むのに最大で約3時間かかる記録が残っている。よって渋滞緩和施策としてシャトルバスの運行、レール&ライドなどが実施されている。しかし、渋滞のボトルネックが明らかでないため、これらの渋滞緩和施策の効果を評価するのは困難である。その理由として、渋滞はボトルネックを先頭に発生しているからである。また既往研究でも、渋滞のボトルネックを明確にして、渋滞緩和施策の効果を評価することが必要であると指摘している。

そこで本研究では、長岡花火大会時に交通調査を行い、渋滞のボトルネックを明確にし、交通シミュレーション『Paramics』を用いて長岡花火大会時の精緻な交通状況の再現を行う。その再現をもとに渋滞緩和施策の効果を評価と提案をすることを目的とする。

2. 研究方法

本研究のフロー図を図1に示す。渋滞ボトルネックを明確にするために、平成25年8月3日に長岡ICで交通調査を行った。調査結果から長岡IC料金所と新潟方面本線合流車線の交通容量計算を行った。それぞれの交通容量を比較し、ボトルネックを明確にした。またETC通行履歴データから、車両が利用するICを特定するために、花火大会時の車両1台1台の行動を分析した。また利用IC別、帰宅距離別、時間帯別の傾向を明らかにした。これらのデータと駐車場データを、時間帯OD交通量推計ソフトに入力し、その結果を初期OD交通量とした。OD交通量とは、出発地から目的地に向けた車両の交通量を集計したものである。その初期OD交通量及び観測リンク交通量、シャトルバスデータなどを『Paramics』に入力し、シミュレーション現況再現

を行った。シミュレーション現況再現結果の再現性をリンク交通量と所要時間の2項目で評価した後、5点の渋滞緩和施策を現況再現に導入した。渋滞緩和施策を表1に示す。シミュレーション現況再現と施策導入後の車両の平均所要時間の差を比較することで、各緩和施策の評価を行った。その評価から有効な渋滞緩和施策を提案する。

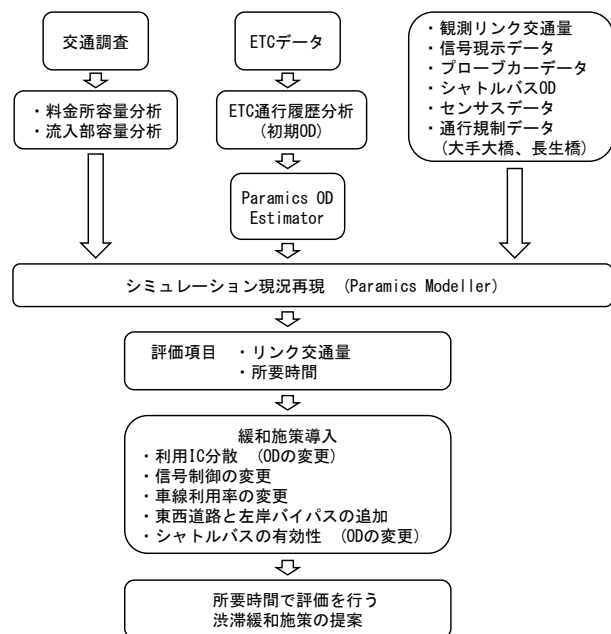


図1 研究フロー図

表1 渋滞緩和施策

I	利用ICを分散した場合
II	信号制御を変更した場合（大島交差点など）
III	シャトルバスをなくした場合と新ルート
IV	東西道路と左岸バイパス新設の影響評価
V	車線利用率を変更した場合（国道8号線）

3. 長岡IC交通調査

長岡ICで行なった交通調査の調査概要を表2に、調査場所の地図とカメラ設置位置を図2に示す。調査目的は交通渋滞のボトルネックの確認と長岡IC料金所と新潟方面本線合流車線の交通容量を計測することである。

表2 長岡 IC 交通調査概要

調査日時	平成 25 年 8 月 3 日 20 時～24 時
調査場所	長岡 IC 料金所と新潟方面本線合流部 (図 2)
調査方法	ビデオカメラ撮影
調査目的	交通渋滞ボトルネックの確認と、料金所と新潟方面本線合流車線の交通容量の計測
カメラ間隔	①②間 30m, ②③間 59m, ③④間 75m



図2 長岡 IC 周辺図とカメラ位置

交通容量を求める前に、PCU (Passenger Car Unit: 乗用車換算係数) を算出した。PCU とは、全ての車種を普通車に置き換えた場合の係数である。トラックやバスといった大型車の混入は、交通容量に影響する要因の一つであるため、PCU を算出した。PCU の計算方法は多岐にわたるが、本研究では基準となる車種の車頭時間とトラック類の車頭時間を利用する方法で算出した。車種を(1)軽自動車、(2)普通車、(3)ミニバン、(4)バス、(5)小型トラック、(6)大型トラックの6段階に分けた。車種ごとの先頭車と後続車の平均車頭時間の比で PCU を求めた。図2 のカメラ①の断面車頭時間で集計を行った。PCU の計算結果を表3 に示す。また PCU は測定位置により変化する。その理由は、車頭時間を利用して測定したためである。カメラ①は、緩い傾斜になっているため、一般的な PCU より大きくなると予想していたが、バスと大型トラックは小さくなった。この原因は、バスと大型トラックのサンプル数が少なかったためと考えられるため表3 の数値を用いることにした。表4 に一般的な乗用車換算係数を示す。

表3 乗用車換算係数【長岡 IC】

車種	乗用車換算係数
軽自動車(1)	0.93
普通車(2)	1.00
ミニバン(3)	1.02
バス(4)	1.62
小型トラック(5)	1.55
大型トラック(6)	1.67

表4 一般的な乗用車換算係数

車種	乗用車換算係数
軽自動車	0.8
普通車	1.0
ミニバン	1.1
バス	1.8
小型トラック	1.5
大型トラック	1.8

交通容量の結果を示す。交通容量は車頭時間の逆数である。料金所交通容量は2,628(台/時)、新潟方面本線合流車線における乗用車換算した交通容量が1,295(台/時)であり、1,333(台/時)と大きな差があった。交通量は、料金所が1,641(台/時)となっており、交通容量と比較して1000台ほどの余裕がある状態となっている。しかし、その先の新潟方面本線合流車線では交通量が1,247(台/時)で交通容量と比較すると飽和状態となっている。これより、新潟方面本線合流車線がボトルネックとわかった。

他にも旅行速度の点からも合流車線に入るとすぐ上り坂となっており、加速のしにくさが渋滞を悪化させていることから合流車線がボトルネックといえる。以上の2点から、本研究の目的である長岡花火交通渋滞のボトルネックを明確にした。

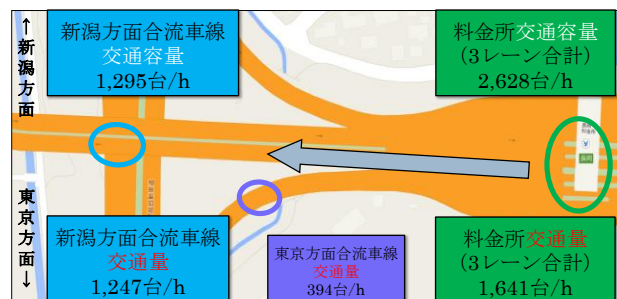


図3 長岡 IC の交通容量と交通量

4. ETC 通行履歴分析

ETC 通行履歴データから車両が利用する IC を特定するために、花火大会時の車両 1 台 1 台の行動の分析を行った。

使用データを示す。長岡 IC・南越路 SIC・中之島見附 IC・小千谷 IC・西山 IC の ETC 通行履歴のデータを用いる。データの内容は、利用 IC・通過時刻・ナンバー4 ケタ・1 つ前の履歴の利用 IC・1 つ前の履歴の利用 IC の通過時刻、入口と出口のデータを利用した。

乗車 IC・降車 IC・ゲート通過時刻・車両ナンバーの 4 項目から車両 1 台 1 台を特定した。その方法としては、図 4 に車両 1 台の大まかな行動図を示す。出発地が新潟市の場合は、乗車する IC が近隣 IC の新潟西 IC となる。そして長岡市周辺の IC で降車することになる。以上が①トリップ目となる。帰宅の②トリップ目の際も同様に乗車 IC を特定する。①トリップ目の降車 IC と②トリップ目の乗車 IC をそれぞれ車両ナンバー・通過時刻より特定する。上記のように車両 1 台 1 台の利用した IC を特定し、利用 IC・帰宅距離・時間帯別にどんな傾向があるか集計することで把握する。なお、西山 IC はサンプルデータが少なすぎて除外しているところもある。

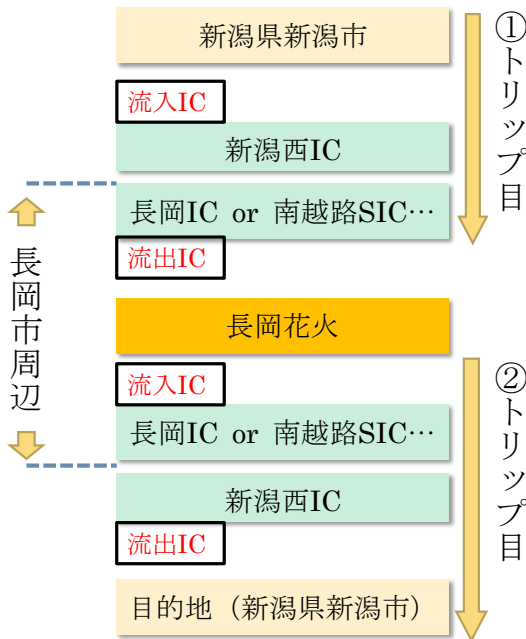


図 4 長岡花火での車両 1 台の流れ

結果の車両傾向を説明する。利用 IC については、降車 IC と乗車 IC が同じ割合は全体で約 70%、

残りの約 30%は乗車 IC を転換していた。帰宅距離については、帰宅距離が近い 100km 未満では、降車した IC と乗車する IC が同じ傾向があった。帰宅距離が遠い 150km 以上では、利用 IC を転換する傾向があった。時間帯については、降車 IC が長岡 IC と南越路 SIC の場合、時間帯が遅くなると乗車する IC を転換する傾向であった。図 5 に結果の一部を示す。

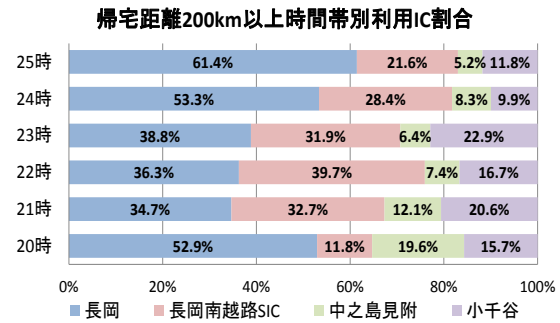


図 5 帰宅距離 200km 以上時間帯別利用 IC 割合図

また、長岡花火の交通渋滞を避けるために降車 IC と乗車 IC を変更した車両と、普段と違う IC を利用した車両の割合を集計した。降車 IC と乗車 IC のパターンを表 5 に示す。

表 5 往復路で利用する IC を変更したパターン

	降車 IC	乗車 IC
①	長岡 IC	南越路 SIC
②	長岡 IC	中之島見附 IC
③	長岡 IC	小千谷 IC
④	長岡 IC	西山 IC
⑤	南越路 SIC	南越路 SIC
⑥	中之島見附 IC	中之島見附 IC

表 5 の 6 パターンの交通量を合計し、全体交通量からその 6 パターン合計交通量割合を時間帯別・帰宅距離別に集計した結果を図 6・7 に示す。

図 6 の帰宅距離 50~100km には、新潟市が含まれており、中之島見附 IC を利用していた車両が多い傾向のため、約 50%の車両が IC を変更していた。反対に、図 7 の帰宅距離が遠い 150~200km では利用する IC を変更する割合が約 40%であるため、大半は交通渋滞に巻き込まれていることがわかる。また、渋滞のピークが 21 時 30 分いこうとなっており、ピーク前とピーク中を比較すると、ピーク前は IC を変更する割合が少なく、

反対にピーク中は変更する割合が高くなっていて、ピーク前が少ないのは、交通渋滞が起きる前に花火会場から近い長岡 IC を利用する車両が多かったためであると考えられる。

帰宅距離50km～100km時間帯別
転換交通量割合

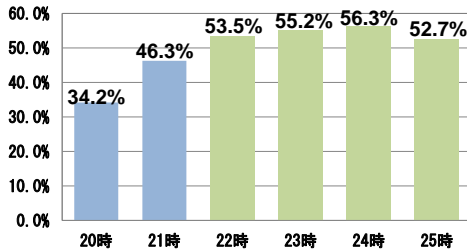


図6 帰宅距離 50km～100kmIC 変更交通量割合

帰宅距離150km～200km時間帯別
転換交通量割合

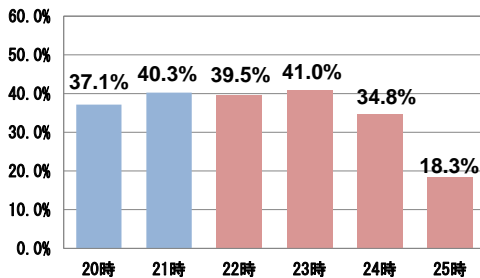


図7 帰宅距離 150km～200kmIC 変更交通量割合

5. シミュレーションの構築と再現性の評価

交通流シミュレーションにより交通状況を予測するためには、入力データとしてOD交通量が必要である。OD交通量は対象地域が広域であるときは調査が困難であるため、初期OD交通量として道路交通センサスやETCデータ・駐車場データなどをもとに作成を行った。作成方法は本論文に示したため、本稿では記載しないこととする。

現況再現の再現性の評価指標は、2項目で行った。1点目は、観測リンク交通量とシミュレーション交通量の相関図を作成し、決定係数で評価した。図8に結果の一部を示す。また評価は21時台、22時台、23時台で分けて行った。決定係数は21時台が0.38、22時台が0.40、23時台が0.59となった。決定係数は一般的に0.4～0.6といわれているため、全時間帯で再現性があるといえる。しかし、個々の交差点に注目すると大きなはずれ値が確認できたため、そのはずれ値の修正が必要である。

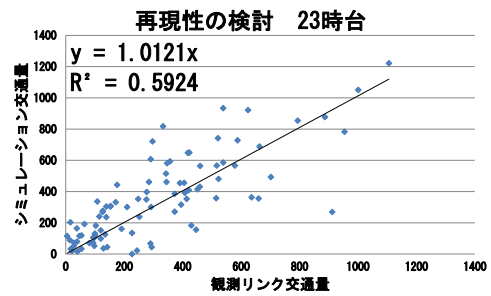


図8 リンク交通量とシミュレーション交通量の相関図

2点目の評価指標は、所要時間で評価した。プローブカーの所要時間とシミュレーション所要時間を比較した。プローブカーデータのルートを図9に示す。図10にプローブカーとシミュレーションの所要時間の結果を示す。図10の路線①よりプローブカーデータとシミュレーションデータに大きな差がでた結果の理由を考察する。路線①は長岡ICに向かっており、交通量が多く渋滞が激しい路線である。また片側2車線道路であり、プローブカーがどちらの車線を走ったかのデータが不足でしたことが原因と考えられる。シミュレーションは第1と第2車線の平均を示している。また交通量を比較したところ、観測とシミュレーションでは、近い値を示していた。このことから、所要時間に影響する要因は旅行速度であることがわかった。よって、プローブカーデータとシミュレーションデータの旅行速度に大きな差があったと考えられる。以上から、旅行速度と走行車線の把握することが重要となりこの2点が所要時間に影響することがわかった。シミュレーションで所要時間を算出する場合、旅行速度と走行車線の把握に留意して行うことが重要であり今後の課題とする。



図9 プローブカーデータのルート

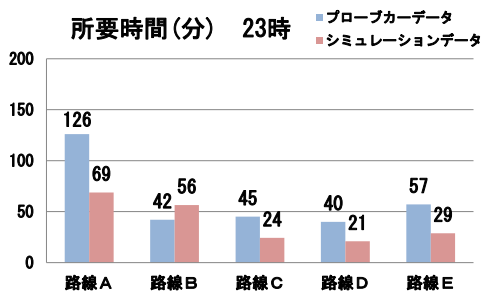


図10 所要時間結果グラフ

6. 渋滞緩和施策の導入

渋滞緩和施策は5点ある。評価方法は、現況再現の車両の所要時間と施策導入後の車両の所要時間の差を比較し評価した。渋滞緩和施策の内容は表1に示した。本稿では、施策Ⅰ・Ⅲ・Ⅴを示す。

【施策Ⅰ 利用ICを分散した場合】

長岡ICは花火大会会場から一番近いICであるため、交通アクセスが周辺ICの中でも、一番多いICとなっている。そのため長岡IC周辺道路は、渋滞が激しい。よって、長岡ICを利用する車両を分散させることで渋滞は緩和されると考えられる。インターチェンジの分散方法を記述していく。長岡ICを利用する車両を、南越路SIC・中之島見附IC・小千谷IC・西山ICに均等に配分した。配分する車両の台数は、長岡ICを利用する車両の10%・20%・30%と、パターンに分け、他のICに均等配分した時の所要時間を比較した。パターン①を10%、パターン②を20%、パターン③を30%とする。図11に結果を示す。

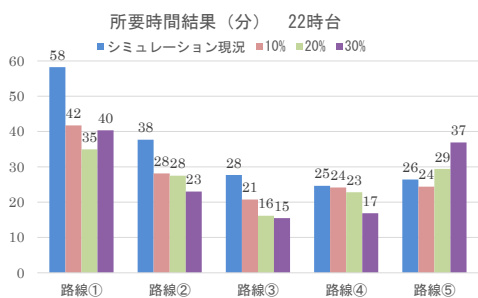


図11 渋滞緩和施策Ⅰの平均所要時間(分)

利用ICを分散させる車両を増やしても、大きな変化はみられなかった。これより、利用ICを分散させる車両を増加させすぎても、所要時間は短縮される傾向にはないことがわかった。分散させる車両台数を増加させると、配分先のICへ向かう道りで渋滞が起こるためと考えられる。具体的な分散方法として現在、北長岡スマートイン

ターチェンジの新設が長岡市で考案されている。花火会場周辺に北長岡スマートインターチェンジが新設されることにより、車両が利用するICを分散させることができる可能性は高いと考えられる。他の方法を考えると、南越路SICなどの周辺ICを利用させるように案内を拡張することや、周辺ICの近くに臨時駐車場を設けてそこから花火会場へのシャトルバスを新たに確保することなどが挙げられる。

【施策Ⅲ シャトルバスの効果と新ルート】

現在のシャトルバスの効果を確認するために、交通シミュレーションで再現を行った。シャトルバスがない時の現況再現をシミュレーション上で行いその所要時間と、通常(シャトルバスあり)の現況再現の所要時間と比較することで、シャトルバスの効果を明確にする。また新たに、シャトルバスのルートを増やした場合の効果も検討した。効果の確認方法は、所要時間の変化で検討する。シャトルバスの運行状況図と新ルート(紫色)を図12に示す。シャトルバスの運行状況は、赤路線は越後丘陵公園⇔ナルス大島店間で往路13:00~19:30が20台、復路20:30~23:30で30台の運行。緑路線が南部工業団地⇔市立劇場間で往路15:00~19:30が4台、復路20:30~23:30で4台、青路線が長岡市役所三島支所⇔堺町ヘリポート間で往路(15:00~19:30)、復路(20:30~23:30)ともに6台の運行状況である。所要時間の結果を図13に示す。



図12 シャトルバス運行状況と新ルート

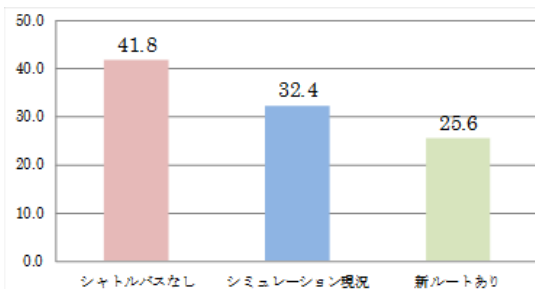


図13 花火大会における車両の平均所要時間(分)

新ルートは、図 12 の紫色のルートであり、ナルス大島店から長岡技術科学大学に向かう約 5.5km のルートである。ルート自体は丘陵公園と同じ道を通ることとし、バスの台数も同じ 30 台とする。長岡技術科学大学には 1,440 台の駐車が可能である。この状況で行ったシミュレーションの所要時間結果が図 13 の緑色の棒グラフである。

図 13 より現況の平均所要時間は、32.4 分となった。シャトルバスをなくすと 41.8 分となり、約 10 分の遅延がみられた。反対に新ルートを追加した時の所要時間は、25.6 分となり現況と比較すると約 8 分の短縮がみられた。よって新ルートを追加することで渋滞緩和に影響があると言える。

【施策 V 車線利用率を変更した場合】

花火打ち上げ終了後の国道 8 号線では、片側 2 車線道路にも関わらず、長岡 IC 方面では第 1 車線の利用率が高くなる傾向にあった。第 2 車線の走行利用率は、第 1 車線の 1 割、2 割くらいであり、ほぼがら空き状態であった。そのため、第 2 車線の走行利用率を上昇させると渋滞長は短くなり所要時間も短縮される可能性があると考えたため、この施策を導入した。図 14 に結果を示す。

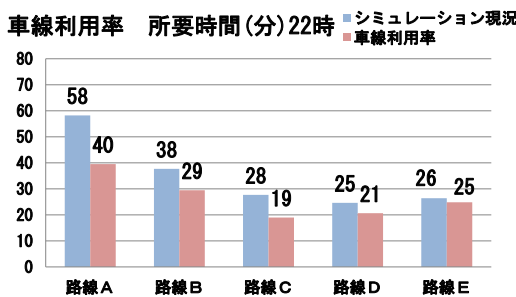


図 14 施策 V の平均所要時間 (分)

所要時間は短縮傾向にあった。国道 8 号線だけでなく他の路線にも影響があり、マイナスの要素はない結果となった。特に施策を実行した路線①は、18 分も短縮されていた。施策を導入すれば効果が得られることが言える。

施策 V を実際に実行するための具体案として、迂回路を 3 か所提案する。図 15 にその迂回路のルートを示す。赤線は東京方面、青線は新潟方面の迂回路である。また図 16 に長岡 IC の拡大図を示す。しかし、赤・青ルートともに途中で住宅地を通るため、その対策をしなければならない。住宅地を回避するには、長岡 IC 先の日越交差点で転回するなどの方法があるが、危険度があるた

め警察署などに協力を得て事故を起こさないようにしなければならないと考えられる。

本案の利点は、大きく 2 点ある。1 点目は、東京方面の車両は赤ルート、新潟方面の車両は青ルートと分けることで、国道 8 号線の渋滞長を短くすることができると考えられる。2 点目は、流入入口を分けているため、料金所前後の交錯を避けることができる。以上の 2 点が大きな利点となる。また富山方面の車両は赤ルートを走行させて、そのまま西山 IC などから流入させるなど施策 I と組み合わせて効果を大きくすることができる。



図 15 国道 8 号線の迂回路



図 16 長岡 IC への流入図

7. まとめ

長岡 IC 料金所と新潟方面本線合流車線の交通容量から渋滞ボトルネックは、合流車線であることを明確にした。渋滞緩和施策をそれぞれ比較した結果を本稿では示していないが、本論文では示した。その結果、最も効果のある渋滞緩和施策は、施策Ⅲのシャトルバスである。シャトルバスはすでに実施されているが、本稿で示したように新しいルートを追加することや、台数を増加させることなどから、効果を大きくすることが出来ると考えられるため、シャトルバスの強化を提案する。また、施策 V の具体案と施策 I の告知を拡張させ、ドライバーに呼びかけていくことが必要である。今後は、この他にも施策を考え、シミュレーションを通して渋滞緩和に繋げることが必要である。