

松山外環状線整備による 交通事故減少便益の定量評価

坪田 隆宏¹・吉井 稔雄²・倉内 慎也³・白柳 洋俊⁴

¹正会員 愛媛大学大学院助教 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番地)
E-mail: t.tsubota@cee.chime-u.ac.jp

²正会員 愛媛大学大学院教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番地)
E-mail:yoshii@cee.chime-u.ac.jp

³正会員 愛媛大学大学院准教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番地)
E-mail: t.tsubota@cee.chime-u.ac.jp

⁴正会員 愛媛大学大学院講師 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番地)
E-mail: kurauchi@cee.chime-u.ac.jp

本研究では、交通シミュレーションによる出力結果を用いた、道路整備事業による期待事故件数減少効果算定手法を構築する。また、構築した手法を松山外環状線整備事業に適用し、同事業による安全性向上効果を定量的に算出する。交通シミュレーションソフトとしてSOUNDを使用し、整備前後におけるリンク/時間帯別の動的な交通状況を再現する。再現されたリンク/時間帯別の交通量および速度を、交通状況や土地利用状況等に応じた交通事故リスク推定モデルに適用することにより、整備前後での期待事故発生件数を推定した。分析結果より、松山外環状線整備により、幹線道路/生活道路/細街路リンクから高速道路リンクへと交通の転換が起こること、それによってネットワーク全体での期待事故件数が1.6%程度減少する可能性があること示した。今後は、同手法を用いた交通事故減少便益の試算を行う予定である。

Key Words : *accident risk, road construction, benefit, SOUND*

1. はじめに

現在、路線改良や新規路線建設といった施設整備の効果として交通事故減少便益が計上されているが、同評価は日交通量推計結果に基づく静的な内容にとどまっている¹⁾。一方で、単位走行距離あたりの事故発生件数、すなわち交通事故リスクは交通状況や道路環境によって変動することが知られており²⁾³⁾、施設整備による渋滞状況の変動や走行環境の変化をも加味した事故減少効果の評価が適切と考えられる。

交通事故リスクの変動に影響を与える要因について、これまで多くの研究が実施され、高速道路²⁾⁴⁾や幹線道路³⁾⁵⁾を対象とした交通事故リスク推定モデルの開発が為されている。これらの研究では、動的な交通状況や天候、沿道環境、道路幾何構造を考慮した交通事故リスクの算定を行っている。また、道路幅員の狭い生活道路に対しては、プローブデータを活用して生活道路交通量を推定することにより、幅員別に交通事故リスクの試算が行われている⁴⁾。

これらに対して、本研究では時々刻々と変動する交通

状況を広範囲に再現可能な交通流シミュレータによる出力値を用いた交通事故リスク評価、及び道路施設整備事業による期待交通事故件数減少効果の評価手法構築を行う。また、構築した評価手法を用いて松山都市圏における新規道路ネットワーク整備効果を評価する。

2. 松山都市圏交通シミュレーション

(1) シミュレーションの基本構造

本研究では、交通流シミュレーションモデルとして広域道路網交通流シミュレータ SOUND/4U⁶⁾を使用する。SOUNDは車両移動モデルと経路選択モデルが、交互に逐次動作する時間スキャン型のシミュレーションモデルである。これにより、車両移動モデルで再現された交通状況を基に、各リンクの渋滞状況を考慮した経路選択を行う。

ここで、本研究で適用するSOUND内の車両の経路選択方法を整理する。SOUNDでは、目的地までの所要時間、距離、料金を一般化費用に換算した値を基に、ロジック式確率選択モデルで経路を決定する。本研究では、

所要時間については自由流での所要時間と渋滞を加味した所要時間に対して、それぞれ重みを設定している。料金コストは、1台あたりの通過料金と時間価値原単位を用いて設定される。また、右左折コストとして、右折1回につき60秒、左折1回につき30秒の追加時間を設定している。これらの要因をすべて合計した値を一般化費用として経路選択に用いている。式(1)には、経路選択における一般化費用を示す。

$$C_{it} = T_{it}^f \times w_T^f + T_{it}^j \times w_T^j + F_{it} \times \frac{60}{w_F} + \alpha \quad (1)$$

ただし、

- C_{it} : 経路選択指標 [秒]
 - $T_{it}^f \times w_T^f$: 自由流所要時間コスト
 - $T_{it}^j \times w_T^j$: 実交通流所要時間コスト
 - $F_{it} \times \frac{60}{w_F}$: 料金コスト
 - T_{it}^f : 自由流走行での所要時間 [秒]
 - T_{it}^j : 渋滞を加味した所要時間 [秒]
 - F_{it} : 通過料金
 - w_T^f, w_T^j : 重み係数 ($w_T^f=0.9, w_T^j=0.1$)
 - w_F : 時間価値原単位 [円/分・台]
 - α : 右左折コスト
- である。

(2) 分析対象ネットワークと道路区分

本研究では、道路ネットワークデータとして平成30年3月に発行されたデジタル道路地図データ基本道路リンクに基づいて作成されたSOUNDネットワークを使用する。ただし、基本道路リンクは幅員5.5m以上のリンクにより構成されるため、抜け道利用されることの多い幅員5.5m未満の細街路が含まれない。従って、ネットワーク作成の際には、現況再現に不可欠な細街路の一部を基本道路リンクに追加したネットワークを使用している。

分析対象地域は愛媛県松山市中心部の11km四方とする。本研究では、松山外環状線整備による事故減少結果を、分析対象地域内で比較可能にするため、また、実際の事故件数との比較を行うために500m四方の4次メッシュを使用し、全484メッシュでの集計を行う。分析対象地域のSOUNDネットワークと4次メッシュデータを重ねた図を図-1に示す。

また、本研究では道路の規格に応じて異なる事故リスク推定モデルを適用するため、4区分の道路区分、すなわち松山自動車道路と松山外環状道路を含む“高速道路”，幅員13.0m以上の“幹線道路”，幅員5.5m以上13.0m未満の“生活道路”，幅員5.5m未満の“細街路”を定義し、分析を行う。道路区分の定義を表-1に整理する。

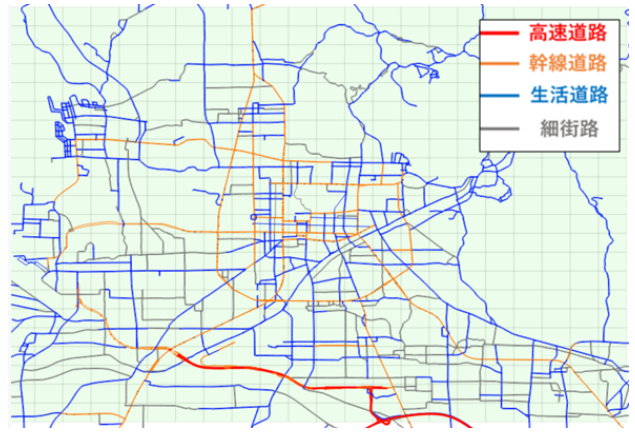


図-1 分析対象SOUNDネットワーク

表-1 道路区分

道路区分	定義
高速道路	松山自動車道路, 松山外環状道路 (自動車専用道路部分)
幹線道路	車道幅員13.0m以上
生活道路	車道幅員5.5m以上13.0m未満
細街路	車道幅員5.5m未満

3. 期待事故発生件数の算定手法

(1) 交通流シミュレーション結果を用いた期待事故発生件数の算定手法

a) 期待事故発生件数の算定手法

本研究ではSOUNDより出力された時間帯別リンク交通量に、当該リンク長と交通事故リスクを乗じることで事故件数を算出する。すなわち、1日の期待事故発生件数は式(2)を用いて算出される。それぞれの道路区分に適用する事故リスク推定モデルについては後述する。

$$N = \sum_t \left(\sum_{i \in E} \lambda_{ei}^t \cdot q_i^t \cdot l_i + \sum_{i \in M} \lambda_{mi}^t \cdot q_i^t \cdot l_i + \sum_{i \in R} \lambda_{ik}^t \cdot q_i^t \cdot l_i + \sum_{i \in N} \lambda_{ri}^t \cdot q_i^t \cdot l_i \right) \quad (2)$$

ただし、

N : 期待事故発生件数 (件/日)

q_i^t : リンク*i*の時間帯*t*における交通量 (台/時)

l_i : リンク*i*のリンク長 (km)

$\lambda_{ei}^t, \lambda_{mi}^t, \lambda_{ri}^t, \lambda_{ni}^t$: 時間帯*t*における高速道路/幹線道路/生活道路 (中) /生活道路 (小) のリンク*i*の事故リスク (件/億台キロ)

E, M, R, N : 高速道路/幹線道路/生活道路 (中) /生活道路 (小) のリンク集合

である。

b) 道路区分別の事故リスク推定モデル

高速道路及び幹線道路の事故リスク評価については、ポアソン回帰モデルに基づく事故リスク推定モデルを使用する。時間帯 t における、高速道路リンク i の事故リスク λ_{ei} と幹線道路リンク i の事故リスク λ_{mi} は、それぞれ式(3)と式(4)に従い、表-2に示すパラメータを用いて算定される。

$$\lambda_{ei} = \exp(a + b_1x_{i1}^t + b_2x_{i2}^t + \dots + b_nx_{in}^t) \quad (3)$$

$$\lambda_{mi} = \exp(a + c_1x_{i1}^t + c_2x_{i2}^t + \dots + c_nx_{in}^t) \quad (4)$$

ただし、

a : 定数項

b_j, c_j : 高速道路/幹線道路における変数パラメータ

x_{ij}^t : 時間帯 t におけるリンク i の事故要因

である。

表-1 事故要因パラメータの係数一覧

事故要因	幹線道路モデル		高速道路モデル	
	係数	Z値	係数	Z値
雨天	0.158	12.90	0.390	7.12
平日	0.529	43.47	0.598	9.93
週末	0.439	27.78	0.437	5.58
時間帯6-8時	-0.129	-11.47	0.564	8.85
時間帯9-11時	-0.151	-13.32	0.566	8.94
時間帯12-14時	-0.130	-11.42	0.289	4.20
時間帯15-17時	-	-	0.736	11.95
渋滞状態	0.236	19.91	1.054	24.18
半径300m以下	-	-	0.124	3.03
DID地区	1.292	70.91	0.807	6.63
市街地	0.727	29.54	-	-
4車線以上	-0.221	-24.05	-	-
定数項	-15.144	-710.54	-17.592	-128.64
サンプル数	116,760		12,210	
AIC	133,033		10,236	
尤度比	0.077		0.234	

生活道路については、道路交通センサや車両感知器等による交通量調査が実施されていない道路が多く存在するため、高速道路や幹線道路と同様の事故リスクモデルを構築することが困難である。そこで、本研究で用いる生活道路交通事故リスクについては、既往の研究⁴⁾より算定された事故リスク原単位を用いた。同研究では、松山市中心部の街路網を対象に、ETC2.0の走行履歴データを活用して生活道路交通量を推定することにより、生活道路の人身事故リスクを道路幅員別に算定しており、幅員5.5m以上13.0m未満の道路については140 [件/億台キロ]、幅員5.5m未満の道路については193 [件/億台キロ]という事故リスク値が得られている。そこで本研究では、生活道路、細街路に該当するリンクの事故リスク原単位を、それぞれ $\lambda_{ri} = 140$ [件/億台キロ]、 $\lambda_{ni} = 193$ [件/億台キロ]として与え、交通状況や時間帯によらず一定の値を取るものとした。

4. 松山外環状線整備による交通事故削減効果

(1) 検討ケースと検討条件

松山外環状線は、松山ICと松山空港とを結ぶように計画されており、段階的に整備・開通が進んでいる。本研究では、整備段階を図-2に示すように2段階に分けて評価する。

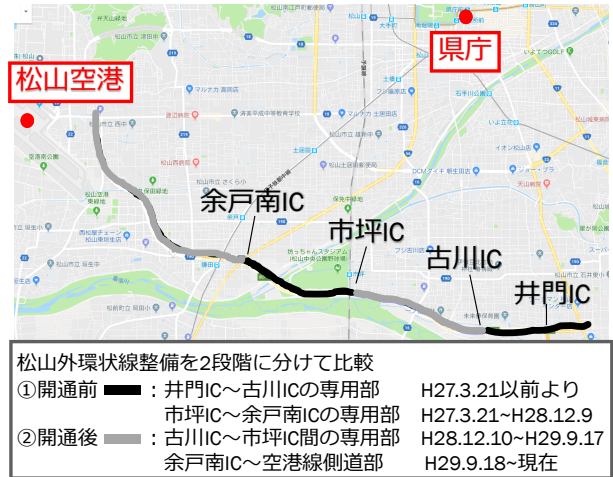


図-2 松山外環状線整備の順番

(2) 外環状線整備による交通流動の変化

整備前後の交通流動の変化を示す。SOUNDの出力より得られる、リンク/時間帯別の交通量を用いて、整備前後でのリンク別日交通量差分値を色付けしたものを図-3に示す。ここでは整備後の交通量から整備前の交通量を差し引いた結果を示しており、整備後に交通量が増加したリンクを赤く、減少したリンクを青く示している。

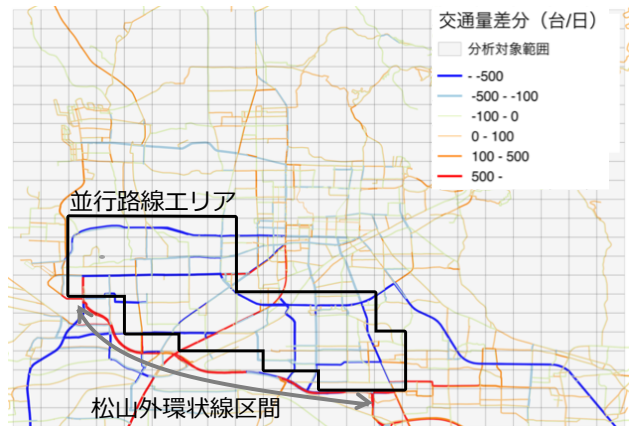


図-3 整備前後における交通流動変化

図-3より、松山外環状線の交通量が増加していることが読み取れる。一方、図中で黒太枠によって囲んだ並行路線エリアにおいては多くのリンクで交通量が減少している。従って、外環状線整備によって、周辺道路の交通が外環状線に転換しているものと考えられる。

続いて、分析対象範囲における走行台キロの変化を図

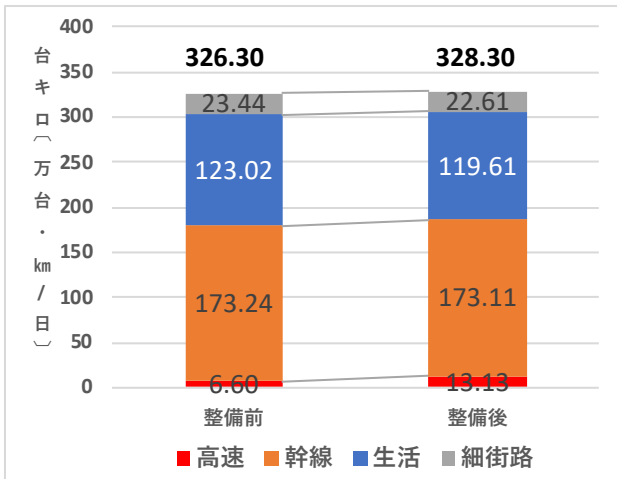


図-4 分析対象範囲の走行台キロ推定結果

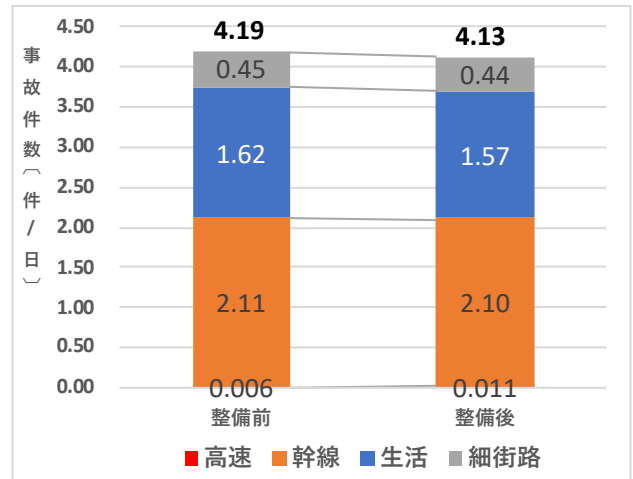


図-6 分析対象範囲の期待事故件数推定結果

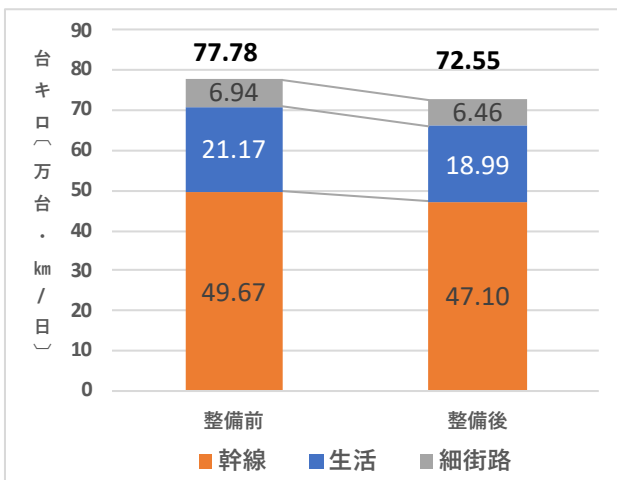


図-5 並行路線エリアに着目した走行台キロ推定結果

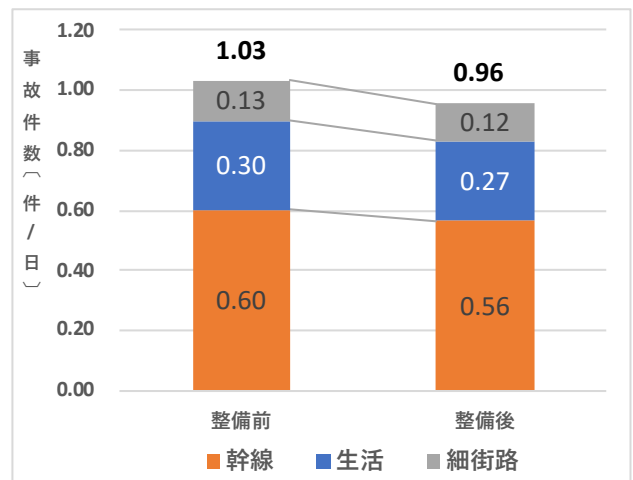


図-7 並行路線エリアに着目した期待事故件数推定結果

図-4に示す。まず、全道路区分での合計走行台キロ [万台・km/日] は、整備前の326.3に対して整備後では328.3と、新規路線整備後に微増している。道路区分毎に見ると、整備後において外環状線を含む高速道路リンクの走行台キロが増加している一方で、その他の道路区分では減少していることが読み取れる。図-3に示した並行路線エリアに着目して走行台キロの変化を整理したグラフを図-5に示す。並行路線エリアにおいても幹線/生活/細街路の全ての道路区分において走行台キロが減少しており、高速道路への交通の転換は為されたことが考えられる。

(3) 外環状線整備による期待事故発生件数の変化

期待事故件数の算出は、SOUNDにより出力されたリンク/時間帯別の交通量、速度、ならびに沿道環境データを用いて、式(2)により算定した。分析対象範囲における期待事故発生件数の変化を図-6に示す。全道路区分での合計事故件数 [件/日] は、整備前の4.19に対して整備後では4.13と、新規路線整備後に微減している。走行台キロが微増していることと考えると、ネットワー

ク全体での交通事故リスクは減少するとの結果となった。道路区分毎に見ると、整備後において高速道路リンクの期待事故件数が増加しているものの、その他の道路区分では減少している。図-3に示した並行路線エリアに着目して期待事故件数の変化を整理したグラフを図-7に示す。並行路線エリアにおいても幹線/生活/細街路の全ての道路区分において走行台キロが減少しており、交通事故リスクの高い道路区分から、事故リスクの低い高速道路へ交通が転換することによって、ネットワーク全体での期待事故件数が減少する結果になったものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、交通流シミュレーションによる出力値を用いた期待事故件数減少効果算定手法を構築した上で、松山外環状線整備事業に対して適用し、整備前後での事故減少効果を試算した。試算の結果、松山外環状線の整備によって、ネットワーク全体での期待事故件数が減少することが示された。道路区分別に見ると、高速道路で

は走行台キロと事故件数が共に増加するのに対し、その他の区分の道路では走行台キロと事故件数が減少すると
の結果が得られ、道路整備によって、規格の低い道路から規格の高い道路へ、すなわち事故リスクの高い道路から事故リスクの低い道路への交通の転換が起こり、これによって期待事故発生件数が減少する可能性が示された。

今後は、同分析手法を用いた事故減少便益の算定を行う予定である。また、本研究では生活道路の交通事故リスク推定モデルとして、走行環境や時間帯等によらず一定の値を使用したが、今後は生活道路の事故リスクモデルの改良を進めたい。

参考文献

1) 国土交通省道路局俊局：費用便益分析マニュアル，平

成 30 年 2 月。

- 2) 兵頭知，吉井稔雄，高山雄貴：ポアソン回帰モデルによる高速道路における交通事故発生リスク要因分析，第 34 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.93-100，2014.
- 3) 兵頭知，吉井稔雄：センサス道路における時間帯交通量別交通事故リスク分析，土木学会論文集 D3, Vol. 72, No.5, pp.I_1283-I_1291, 2016.
- 4) 尾高慎二，吉井稔雄，神戸信人：ETC2.0 データを用いた生活道路における事故リスク算定手法，交通工学論文集，第 4 巻，pp.A_246-A_251, 2018.
- 5) 吉井敏雄・桑原雅夫・森田綽之：都市内高速道路における過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発，交通工学，30(1)，pp.33-41, 1995.

(2019.3.10受付)