

遺伝的アルゴリズムを用いた交通安全対策案の選定に関する研究

Research on selection of the traffic safety measure proposal using a genetic algorithm

北見工業大学大学院
北見工業大学
東京大学大学院
高知工科大学

○ 学生員 小澤義一 (Yoshikazu Ozawa)
正 員 高橋清 (Kiyoshi Takahashi)
正 員 加藤浩徳 (Hironori Kato)
正 員 寺部慎太郎 (Shintarou Terabe)

1. はじめに

近年、交通事故による死者数はピーク時と比較し、半数以下にまで減少しているものの、負傷者数は 2004 年に過去最高となっている。このような中、対策効果の把握が重要視され、効果を扱った研究も行われている。しかしながら、マクロ的な効果指標の構築に取り組んでいる研究は多くはない。

以上のことから著者らは、交差点環境から事故のリスク値を把握するモデル¹⁾に注目した。そして、このモデルの中でも右折直進事故に着目し、右折直進事故の対策の効果を把握するプロトタイプモデルを構築した²⁾。しかしながら、プロトタイプモデルは右折直進事故タイプ以外の事故タイプを扱っていないことや、対策個々の対策費用が仮想であり、分析設定に課題が残されていた。そこで、本研究ではプロトタイプからモデルを拡張させ、複数の事故タイプによる分析と費用の現実化を目的とし、モデルの精緻化を行う。さらに、そのモデルの基本的パフォーマンスを示す。

2 交通事故対策効果分析モデルの構築

2.1 交通事故対策効果分析モデルのフレーム

本研究における交差点の事故発生の評価値は、コリムらの研究¹⁾による事故リスク分析モデルでリスク値として算出される事故発生期待値を用いる。このモデルは東京都における四肢交差点を対象とし、事故データ及び交差点環境の実測データを基に構築されている。事故リスク分析モデルの理論は、流入してきた車両が他の車両や歩行者等によって進路を妨害され、その車両や歩行者の回避に失敗した際に事故が生じるとしており、その発生確率を事故発生期待値 f として算出するモデルである。この期待値 f は進路を妨害される確率 P_{ob} 、妨害を回避できない確率 P_f 、基準化交通量 q の加算から算出される。

事故リスク分析モデルの P_{ob} と P_f は交差点環境の要因から構成されており、その環境要因の組合せにより事故発生期待値が決まる。ここで、その環境要因を対策に置き換えて考える。対策を行った場合、交差点に何らかの環境変化が生じる。この変化に着目すると、対策を実施することによる交差点環境の変化は、事故リスク分析モデルを構成する環境要因への変数変化をもたらす。したがって、変化した環境要因の変数を用いることで、対策後に予測される事故発生期待値を推定できる。

以上の理論に基づき、算出される推定事故発生期待値

を現況からより低下させる交差点環境、つまり対策案を探索するモデルとして、交通事故対策効果分析モデルを構築する。モデルの構築にあたっては、多くの交差点環境要因があることから、対策の組合せ数も膨大となる。そのため、総当たりによる探索を行うことは非効率である。そこで、本研究では膨大な組合せ、離散型関数の探索を得意とする遺伝的アルゴリズムを適用させ、構築する。

2.2 モデル内の制約条件

インフラに関わる制約や対策案の運用性などを考慮し、現実的な対策案を探索できるモデルとするため、本モデルではインフラ制約、運用制約、対策実施の費用を用いた予算制約の 3 項目を制約として設定する。

- 1) インフラ制約：交差点付近の構造物、勾配など変更が困難と考え、対策実施不可能な項目とする制約である。
- 2) 運用制約：現状の大きな変更を抑制し、 ± 1 のカテゴリー変更のみ行う制約である。例えば、制限速度を現況で 60km/h の道路は 50km/h に抑制可能だが、40km/h 抑制することは不可能となる制約である。
- 3) 予算制約：対策予算金額を予め定め、その予算金額内での対策を検討する制約である。

3. 仮想 4 交差点を対象とした分析

3.1 分析対象としての 4 交差点の概要

分析には既存の交差点を参考に交差点 4 地点の仮想データを作成し、分析対象とする。

- A) 商業施設が隣接した交差点環境：第 4 種第 1 級を想定した環境である。横断道路、縦断道路の車線数は共に片側 2 車線道路とし、制限速度は縦断道路が 50km/h、横断道路が 60km/h である。また、信号制御は四現示制御が設置されている。
- B) 歩道橋が設置された交差点環境：縦断道路を第 4 種第 3 級の道路、横断道路を第 4 種第 2 級と想定した設定である。縦断道路は片側 1 車線、40km/h の制限速度、横断道路は片側 2 車線、60km/h の制限速度である。また、信号制御は二現示制御が設置されている。
- C) 中央分離帯が設置された交差点環境：第 4 種第 2 級の道路を想定した設定である。横断道路、縦断道路の車線数は片側 2 車線道路、制限速度は、50km/h である。信号制御は四現示制御が設置されている。
- D) 住宅地の交差点環境：縦断道路を第 4 種第 3 級(市町村道)の道路、横断道路を第 4 種第 3 級(都道府県道)の道路と想定した環境である。横断道路、縦断道路の車線数、制限速度は共に片側 1 車線道路、30km/h である。また、

信号制御はなく、一時停止のみが設置されている。

以上の設定した分析対象、4 交差点毎の平均事故発生期待値は、全体では AG1 の期待値が高く、AG3 が低い。AG3 の期待値は、比較的大きな交差点である A、C においては進行方向別にレーンが設けてあること、コンパクトな B、D は 1 車線であることから巻き込みが起きにくくなる環境などによって抑制されていると考えられる。

3.2 対策案の評価に用いる目的関数と分析方法

事故タイプ 3 種類、AG1、2、3 の事故発生期待値の平均値を目的関数として事故対策効果分析モデルに用い、この値がより低い対策案の探索を行う。この目的関数は、最初に交差点環境データを各流入部、AG1、2、3 毎に事故発生期待値を算出する。更に、4 交差点、16 流入部の事故タイプ 3 種類の事故発生期待値の和を $48(16 \text{ 流入部} \times 3 \text{ タイプ})$ で除すことにより平均事故発生期待値 F を求め(式-1)、ネットワーク全体を評価する指標である。

$$F = \sum_{i=1}^{48} f_i / (16 \times 3) \quad i=1,2,3,\dots \quad \cdots \text{式-1}$$

上記した制約条件を満たしつつ、最も平均事故発生期待値 F の低い組合せを効率的対策案とする。基本的パフォーマンスは、二種類の制約を設定し、予算を増額させながらの分析結果から示す。1 つ目の制約は 2.2 にて設定したインフラ制約のみをもった制約型、2 つ目の制約はインフラ制約と運用制約を組み合わせた制約型である。制約型共に、予算制約を推移させながら分析を行った。

4. 交通事故対策効果分析モデルを用いた分析結果

4.1 予算制約に伴う効果の変化

予算制約推移させながら、分析した平均事故発生期待値の推移を示す(図-1)。

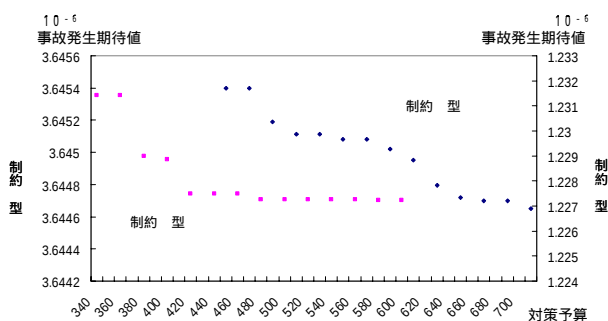


図-1 予算制約の緩和と対策効果の推移

制約型、制約型共に予算制約により、対策効果の階層が顕著に現れている。三段階に推移しており、期待値は両制約共に予算をかけるほど効果が顕著に向上することがわかる。これは予算が多いほど、実施可能な対策項目が増え、対策の効果も上昇すると考えられる。また、制約型と比較し、予算制約の厳しい段階で横ばいとなり、効果が早期に収束した。これは、制約型に含まれる運用制約によって、各対策で行えるカテゴリーが限られているためであると考えられる。

4.2 対策内容の特徴と他対策案との比較

分析結果における対策内容に注目し、前節において示した三段階別に対策案の概要を以下にまとめる。

1)制約型：対策予算制約が厳しい段階では、信号制御の変更、制限速度の変更などの比較的対策単価の低い対策を中心に扱った案となっている。また、若干予算を増加させた段階においては前段階での対策に中央分離帯や進入レーン増設といった対策を加えた内容である。さらに予算を増加させた段階では、道路幅員の拡幅や右折レーンの設置など用地を新たに必要とする費用の高い対策も加えた内容となっている。

2)制約型：対策内容は制約型と同様の傾向が伺える。対策予算制約が厳しい段階では、信号制御の変更、制限速度の変更などの比較的新たな用地を必要としない対策単価の低い対策を中心に扱った案となっている。次の段階においては前段階での対策にフェンスや視距障害といった対策を加えた内容である。さらに予算を増加させた段階では道路幅員の拡幅を含めた内容となった。

4.3 現況と対策実施後の推定事故発生期待値の比較

今回の分析において、最も制約の厳しい制約型、予算制約が最も厳しい下での結果を取り上げ、現況との比較を行う(図-2)。

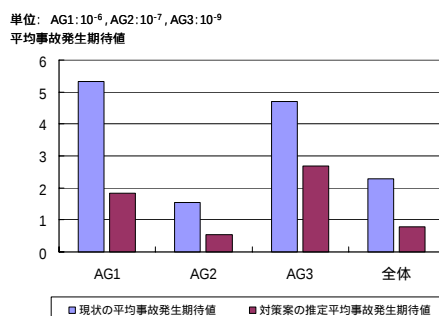


図-2 事前事後の平均事故発生期待値の比較

分析結果より、AG1 が最も顕著に効果が現れていることがわかる。分析に用いた目的関数は、より期待値の高い事故タイプに対して、集中的に対策を施す内容であるほど、効果が現れる特性を持っている。したがって、現況の段階で最も事故発生期待値が高い AG1 の期待値を低くする結果となった。しかし、主に AG1 への対策内容であるものの、他の事故タイプにおいても、効果は現れている。

5. まとめ

本研究では、既存プロトタイプモデルから複数の事故タイプを扱った効果分析の拡張や、分析内容の精緻化を行った。また、仮想交差点を対象に事故対策効果分析モデルを適用し、その基本的パフォーマンスを段階的に示した。

参考文献

- 1)コリムサドデワン、家田仁、寺部慎太郎：出会い頭事故及び進路変更巻き込み事故を対象にした事故リスク分析モデルの構築とその地理情報システムへの適用、土木計画学研究発表会・講演集、No.24、pp.265-268、2001
- 2)高橋清、加藤浩徳、寺部慎太郎、有村幹治、小澤義一：遺伝的アルゴリズムを用いた交通事故対策の効果分析モデルに関する基礎的研究、社会技術研究論文集、Vol.2、2005