

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

FUNDAMENTAL RESEARCH ABOUT THE EFFECT ANALYSIS OF
THE TRAFFIC ACCIDENT COUNTERMEASURE BY GENETIC ALGORITHM

高橋 清¹・加藤 浩徳²・寺部 慎太郎³・有村 幹治⁴・小澤 義一⁵

¹工学博士 北見工業大学助教授 土木開発工学科 (kiyoshi@mail.kitami-it.ac.jp)

²博士(工学) 東京大学大学院講師 社会基盤学専攻 (kato@trip.t.u-tokyo.ac.jp)

³博士(工学) 高知工科大学助教授 社会システム工学科 (terabe.shintaro@kochi-tech.ac.jp)

⁴博士(工学) 北海道開発土木研究所 道路部 防災雪氷(ITS 担当)研究室 (arimura@ceri.go.jp)

⁵北見工業大学大学院 土木開発工学専攻 (mcv04008@std.kitami-it.ac.jp)

2003年までに日本は、交通事故死者数がピーク時の1970年と比較し、半数以下に減少させるまでに至った。一方、交通事故発生数と負傷者数には、同様の減少傾向は見られず、今後も交通事故対策の必要性は高い。しかし、これまでの交通事故対策は、経験に基づいて行われてきた側面が否定できない。今後は、より客観的なデータに基づいた事故分析、対策立案、その効果の予測、対策実施、そして事後評価が各段階に還元されるシステムが求められている。また、今日までに費用制約のもと、対策効果を明示的に取り図られたモデルは多くない。そこで、交通事故データから交通事故対策の効果分析を行う一連のプロセスからなるモデルを構築し、その基礎的パフォーマンスを評価するプロトタイプモデルの提案を行った。

キーワード：交通事故対策、対策効果、遺伝的アルゴリズム

1. はじめに

日本における交通事故犠牲者数のうち、交通事故死者数は、ピーク時の1970年における16,765人から様々な交通事故対策の成果により2003年には半数以下の7,702人にまで減少させることに成功した。しかし、2000年以降、交通事故発生件数が931,934件から947,993件、負傷者数が1,155,697人から1,181,431人の範囲で推移しており、死者数にみられるような減少と同様の傾向が伺えない¹⁾。この推移から、毎年数多くの人々が交通事故の犠牲となっていることは事実であり、今後も交通事故という社会問題は予断を許せないことは明らかである。

そうした社会状況の中、交通事故対策を効率的・効果的に進めるため、特に事故率の高い事故危険箇所を抽出し、集中的な対策の実施^{2),3)}や、市街地などでは地区通過車両に対する歩行者優先型の道路構造へ移行する「あんしん歩行エリア」の安全対策が実施されている^{2),4),5)}。

同様に交通安全研究も多岐に亘り行われており、事故危険箇所の抽出法、事故対策の効果算出や効果の予測、ITSの交通安全への導入などの研究が盛んである。更に、海外に目を向けると、米国においては日本で事例が少ない監視カメラ導入による事故対策の有効性⁶⁾やカナダで

は交通安全の評価指標モデルの作成⁷⁾なども研究されている。

中でも、講じられる対策メニューの検討とその対策による効果の把握は、交通安全研究を行う上で重要な課題である。そのため、安全対策を取り上げた研究も多く存在し、斉藤⁸⁾、有田⁹⁾らは事故データから事故発生率を算出するモデルを構築し、秋山¹⁰⁾らは費用有効度分析から効果的対策を算出するなど多くの研究成果が存在する。

しかし、今後はこれまで以上に、これらの研究成果を社会に還元し、より安全な社会を実現させる知識として具体化されることが望まれる。まさにこのことが、社会が抱える様々な問題を解決し、社会における新たなシステムの構築に寄与する技術(技術的根拠/知識体系)を確立することを目的とした、社会技術研究の研究目的でもあると考える。

筆者らは、交通安全施策について社会における問題解決のシステム構築という観点から研究を進めてきた。これまでに交通安全施策に関する知識の体系化を目的とし、交通安全施策において成功を収めている英国と日本における交通安全施策に対するシステムの比較分析¹¹⁾から、日本との相違点を明らかにした。また、各交差点における危険度を地図上に明示させるシステムを構築し^{12), 13)},

交差点の危険度に関する情報を共有するシステムの開発を進めてきた。

そして今後は、海外事例を含め検討される安全対策が、客観的なデータのもと対策効果が事前に評価された上で実施され、更に対策後の交差点の危険度情報が道路利用者と共有することが、より高い安全性を実現する交通安全政策に必要となってくると考えられる。

そこで本研究では、客観的なデータに基づき対策の効果を評価するための交通事故対策効果分析モデルの構築を行うことを目的とする。今回の分析においては、交差点における車両同士の事故のみを取り扱い、安全対策を実施した際の効果を評価するモデルとする。今後、プロトタイプモデルである本モデルの基本的パフォーマンスを評価し、モデルを拡張することで、他の事故タイプにおける対策の効果を評価することが可能となる。

2. 事故対策における効果分析の基礎的考え方

2.1. 日本における交通事故の現状

日本における交通事故の特徴は、事故類型別の人身事故に関しては車両同士による事故が最も大きな割合を占めており、続いて人対車両事故、車両単独事故となっている。一方、2003年における地形別・道路形状別死亡事故件数¹⁴⁾から見ると、非市街地では一般単路部における事故が全体の約40%を占め、最も多い。

それに対して、市街地では交差点における事故が多く、交差点付近を含めると全体の60%にも及ぶ(Fig.1)。そこで、このような事故の発生傾向から、市街地における死亡事故は、交差点で発生する事故に対する対策が必要であるとの考えから重点を置くべきであると思われる。

以上のことから、本研究の目的である交通事故対策の効果を評価するシステムは、市街地における交差点の車両同士の事故を対象とし、事故分析結果に基づく対策の立案とその効果を分析するモデルを構築する。今回は、このモデルに仮想ネットワーク内における交差点に事故対策を講じる際に、コスト等の制約条件を計算過程に導入する点も考慮しながら対策の効果を分析する。

2.2. 効果分析を行う上での基本的条件

(1) 対策効果を面的に捉えるための分析対象

今後は、死亡及び重度の人身事故に物損事故も含めた事故対策を講じつつ、地域全体における道路空間の安全性向上を考えるべきである。効率的に交通事故を抑制するためには単路部に比べ、事故の危険性が高い交差点を対象とすることが望ましい。そこで、本モデルでは、一般的な四肢交差点を複数同時に取り扱うことにより、面

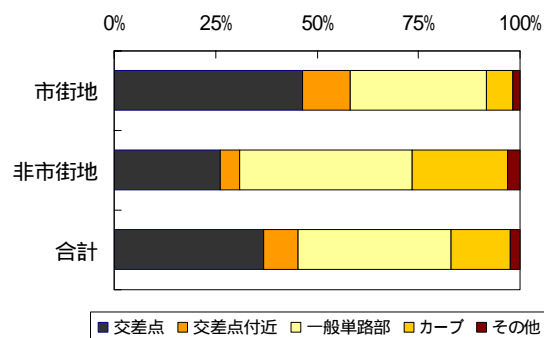


Fig.1 地形別・道路形状別死亡事故件数の割合

的な安全性向上を図る。

(2) 事故対策に要する費用の考慮

事故対策などを含め交差点改良を行う際には、線形改良、安全施設設置により費用が掛かることが一般的である。そして、この費用には、限られた事業予算内で行わなければならない制約を伴う。そこで、本モデルにおいても事故対策に要する総予算の上限を制約条件として検討する。

(3) 現状における交差点環境の考慮

交差点改良・事故対策の実施に至るまでには、必要な予算の確保以外にも現状の交差点環境を考慮しなければならない。つまり、安全施設等を設置する際には、現在の交差点形状から実現可能な範囲内で事故対策となるメニューの選定を行う必要がある。また、物理的なインフラ整備以外にも制限速度規制等、管理・運用上における交通環境を加味しなければならない。

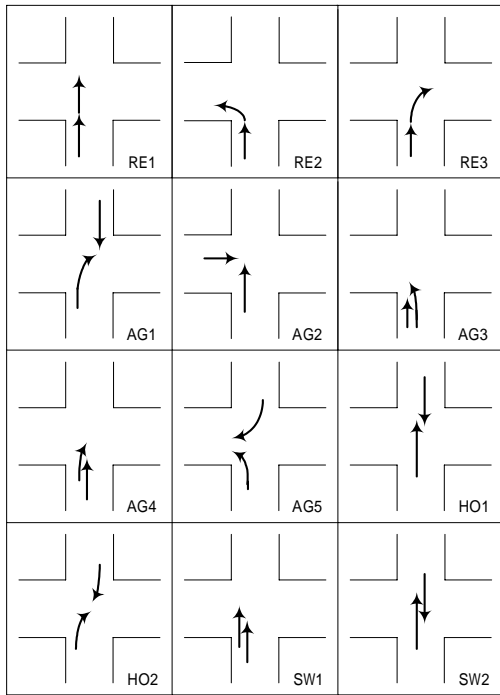
そこで、対策予算内において物理的に既存の構造物や交差点形状を変化させることが困難であると判断される対策内容については、対策予算の設定によりその実用性を考慮する。一方、制限速度等の運用上における事故対策は、実現可能な範囲を設けることにより実現性を考慮する。

2.3. 対策効果の分析における評価指標

交通事故対策の効果に関する既存研究において、対策効果は対策実施前と対策実施後の事故発生状況の変化を実測し、比較・検討を行うことが中心とされてきた^{15),16)}。しかし、この方法では、実際に対策を講じていない箇所においては、効果を測定することが不可能である。

そこで、交通事故対策効果分析モデルでは対策後における期待事故台数の予測結果を基にした効果分析を行う。

特に今回の分析は、各交差点、各流入部の効果を個々に評価し、期待事故台数を仮想ネットワーク上で平均化することで対策効果を評価する一指標と考える。



RE：追突，AG：側面衝突，HO：正面衝突，SW：側面衝突

Fig.2 交差点における事故タイプの分類

3. 事故リスク分析モデルを用いる事故発生状況の評価

3.1. 事故リスク分析モデルの概要

本研究の交通事故対策効果分析モデルの構築に用いる事故分析結果は、現状の交差点環境から事故発生状況の推定が可能であり、更に、対策による交差点環境の変化から事故発生状況の変化も推定可能なモデルが必要となる。

本研究では、我が研究グループで進められてきた研究^{5),6),8),9)}から、交差点における事故をタイプ別に分類(Fig.2)し、事故タイプ毎の各交通流部における事故発生期待値を算出する事故リスク分析モデルを用いる。

この事故リスク分析モデルは、1992年から1994年における東京都内の主要交差点116箇所と事故多発交差点74箇所を含めた190カ所の交差点を対象とした交通事故データなどに加え、現地調査により得られたデータより構築した。

3.2. 事故タイプと事故発生期待値

実際に発生している事故のタイプは多種に分類できるが、事故リスク分析モデルでは大きく追突(RE)、側面衝突(AG)、正面衝突(HO)、側面接触(SW)の4タイプに分類している。更に、その4タイプから追突(RE)を3タイプ、側面衝突(AG)を5タイプ、正面衝突(HO)を2タイプ、側面接触(SW)を2タイプに細分化し、

Table1 進路の妨害に関する構成要因

x_i	要因	係数	t値
1	四肢+細道路(有 1)	-0.11	-1.55
2	右折レーン(有 1)	-0.27	-1.59
3	構造物障害(有 1)	0.18	1.25
4	勾配の視距障害(有 1)	0.13	1.55
5	右折角度(75~105° 0)	0.06	1.41
6	視距障害(有 1)	1.09	5.80
7	信号制御(二現示 1)	-0.37	-1.47
8	曲線アプローチ(有 1)	-0.44	-1.31
9	右折混入率(%)	0.01	1.43
10	信号有細道路(有 1)	0.904	3.24
11	道路幅員(有 1)	1.09	4.29
12	勾配(有 1)	0.97	5.88
c	定数	-3.13	-4.75

Table2 妨害の回避に関する構成要因

y_i	要因	係数	t値
1	制限速度(四段階)	0.03	2.63
2	対向左折交通量(千台/日)	0.01	1.49
3	大型車混入率(%)	-0.81	-4.71
4	対向進入交通量(千台/日)	0.02	1.49
5	対向進入レーン数	-0.27	-3.63
6	対向直進二輪車混入率(%)	1.69	1.26
7	直進角度(-30~30° 0)	0.51	1.07
8	右折レーン数	0.431	1.72
d	定数	-12.68	-13.96

全12タイプから構成している(Fig.2)。

事故リスク分析モデルでの事故発生メカニズムは、流入してきた車両が進路を妨害され、その妨害の回避に失敗した際に事故が生じるということからなる。また、事故発生リスク値となる事故発生期待値を交差点環境要因から求めることが可能なモデルである。

事故タイプ毎に事故発生期待値を算出する環境要因は進路の妨害に関する要因と、妨害の回避に関する要因の2種類に分けられる。また、要因の構成は事故タイプ毎に異なる。

右折直進事故(AG1)を例に挙げると、進路の妨害に関する要因の構成は、交差点における物理的な交通施設が主たる要因となっている(Table1)。また、妨害の回避に関する要因は、交通量からなる要因が主となっている(Table2)。Table1及びTable2でのt値が示すように、説明能力を考慮して求めた要因の構成である。

上記のことから事故発生期待値 f (式(1))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る確率 P_{ob} (式(2))と、その妨害の回避をその流入車

両のドライバーが失敗する確率 P_f (式(3)), 基準化交通量 q (千台/日) の積からなる。

進路を妨害される確率 P_{ob} の算出式は式(2)である。 α_i には Table 1 のパラメータ, x_i には環境を表すダミー変数, c には定数を代入することにより確率を求める。

また, その進路妨害の回避をその流入車両のドライバーが失敗する確率 P_f の算出式は式(3)である。 β_j には Table 2 のパラメータ, y_j には環境を表すダミー変数, d には定数を代入することにより確率を求める。

$$f = P_{ob} \times P_f \times q \tag{1}$$

$$P_{ob} = 1 - \exp \left\{ - \exp \left(\sum \alpha_i \times x_i \right) \right\} + c \tag{2}$$

α : 各要因の係数, x : 各要因の変数
 要因番号: $i = 1, 2, 3, \dots$

$$P_f = \frac{1}{1 + \exp \left(- \sum \beta_j \times y_j \right)} + d \tag{3}$$

β : 各要因の係数, y : 各要因の変数
 要因番号: $j = 1, 2, 3, \dots$

3.3. 事故リスク分析モデルを用いた対策効果の推定

前節で述べたように事故リスク分析モデルは, 交差点環境要因から事故発生期待値を求めるモデルである。

次に事故対策の実施を考える。対策を実施することで, 交差点環境要因が変わる。それに伴い, 事故リスク分析モデルにおける P_{ob} と P_f を構成する交差点環境要因にも変化が生じ, 事故発生期待値も増減する。この事故発生期待値の増減に着目し, 交差点における事故対策は P_{ob} と P_f を構成している交差点環境の要因変化に等しいとすることで, 対策実施後の事故発生期待値の減少を推定する。そこで, この推定される事故発生期待値の活用から, 交通事故対策効果分析モデルの構築を行う。

4. 交通事故対策効果分析モデルの構築

4.1. 交通事故対策効果分析モデルの概要

交通事故対策の検討には, 事故の被害状況と事故タイプに即した対策立案が望ましいと考えられる。今後は発生した事故の因果関係より明らかにされた法則に基づき, 対策を講じる必要がある。更に, 限られた予算内において効率的に対策を実施することも重要となる。以上のことから, 本研究の交通事故対策効果分析モデルでは, 先に述べた事故リスク分析モデルの事故発生期待値を効率的に下げることが可能と推定される対策案を算出する。その対策案は対策予算の制約を満たし, 実現性を考慮した案とする。

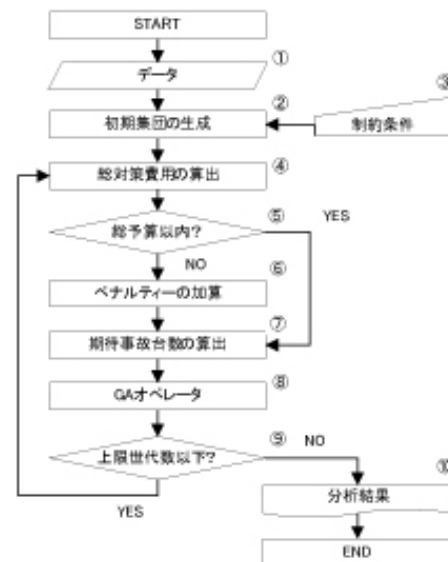


Fig.3 交通事故対策効果分析モデルの計算プロセスフロー

ここで, プロトタイプのモデルを構築するにあたり Fig.2 で示した 12 の事故タイプの一つである右折直進事故を取り扱い, 対策案を考える。また, Table 1 及び Table 2 を参照すると, 右折直進事故の P_{ob} と P_f は全 19 要因から構成されている。そのため, これらの要因に伴う対策の組み合わせは膨大な数となる。更に, 2.2. で述べた効果分析を行う上での基本的条件を考慮し, 予算制約と対策の実現性を計算過程に含める必要がある。

したがって, 交通事故対策効果分析モデルの構築には, 膨大なデータと複数の計算過程が課題となる。これらを効率的に進めるためには, 最適化手法を用いることが望ましい。そこで, 本研究では最適化手法の一つである遺伝的アルゴリズム^{17),18),19)}を用いたモデルの構築を行う。

4.2. 分析対象と遺伝的アルゴリズムの適用

遺伝的アルゴリズムとは, 広大な解空間を持つような問題に有効であるとされ, 生物の進化プロセスから発展してきた多点探索に基づくアルゴリズムである。その基本的な構成としての淘汰・交叉・突然変異等の操作 (オペレータ) を用いて新しい個体 (探索点) を生成することから, 離散の最適化問題としての解を高速に発見することが可能となる。

本研究では, 遺伝的アルゴリズムの適用にあたり, P_{ob} と P_f を構成している要因毎の係数をコード化し, 1 つの染色体として扱う。また, 総対策予算の制約は淘汰の計算過程で扱い, 対策の実現可能範囲の制約は, 初期集団の作成部分において取り扱うことにより計算する。

4.3. 交通事故対策効果分析モデルのフロー

遺伝的アルゴリズムを用いることで, 交通事故対策効果分析モデルの計算プロセスは Fig.3 のように記される。

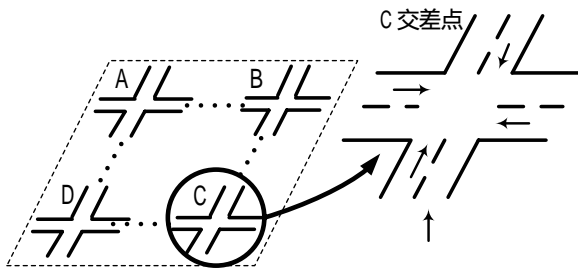


Fig.4 分析対象における仮想ネットワークのイメージ

以下に、各プロセスにおける役割を簡潔に示す。

データの入力

分析の対象ネットワークにおける現状を入力する。

初期集団の生成

遺伝的アルゴリズムの計算の基となる初期集団（初期対策案）を で与えられた範囲内でランダムに作成する。

制約条件の入力

現状における交差点を考慮する範囲を設定する。

総対策費用の算出

対策の有無により、対策の総費用を算出する。

総対策費用が総対策予算を下回るかの判断

総対策予算を超えた対策案はへ移行する。一方、総対策予算内に納まった対策案はへループする。

ペナルティの加算

対策予算を超えた対策案に対する事故発生期待値の加算を行う。対策案毎の期待事故台数を1(100%事故発生)とするペナルティを課すことで、以降で淘汰させる。

期待事故台数の算出

評価指標の期待事故台数を対策案毎に算出する。

遺伝的アルゴリズムのオペレータ

淘汰・交叉・突然変異の遺伝的アルゴリズムのオペレータにより、評価の高い対策案から新たな対策案の作成する探索操作を行う。

上限世代数からの判断

操作終了条件としての初期設定の段階で定めた上限世代数を超えた段階で分析を止め、分析結果算出へ移行し、上限を下回る場合は総対策費用の算出へループする。

分析結果

対策案、対策案の各流入部における期待事故台数、対策案に要する費用の算出をする。

5. 仮想データを用いたモデルの適用

5.1. 仮想ネットワークと評価指標

交通事故対策効果分析モデルを適用するに当たり、分析対象は、仮想的に最小の道路ネットワークを意識し、四肢交差点4地点、16流入部を同時に扱うこととする (Fig.4)。

Table3 仮想交差点における環境の設定

交差点環境要因	各交差点における設定状況				ダミー変数
	A	B	C	D	
視距障害	1	0	0	1	Yes=1, No=0
信号制御	1	0	1	0	二現示=1, 他=0
直進角度	1	0	0	1	-30~30°=0, 他=1
制限速度	50	40	30	60	30, 40, 50, 60 km/h
四肢+細道路	1	0	1	0	Yes=1, No=0
構造物障害	1	0	0	1	Yes=1, No=0
勾配の視距障害	0	1	0	0	Yes=1, No=0
右折角度	1	0	1	0	75~105°=1, 他=0
曲線アプローチ	0	1	1	0	Yes=1, No=0
信号有細道路	0	0	1	0	Yes=1, No=0
道路幅員	0	1	0	2	2m未=0, 2m=1, 他=2
勾配	0	1	1	0	Yes=1, No=0
対向進入レーン数	2	2	1	2	-
右折レーン数	0	0	0	1	-

Table4 仮想交差点における交通量に関する環境設定

交差点環境要因	各交差点における設定状況			
	A	B	C	D
基準化交通量(千台/日)	8	8	5	10
右折混入率(%)	2	5	2	7
対向左折交通量(千台/日)	2	1	1	2
大型車混入率(%)	2	5	2	10
対向進入交通量(千台/日)	8	8	5	10
対向直進二輪車混入率(%)	2	2	1	3

参考とする事故リスク分析モデルにおいては、12のタイプに事故が分類されているが、本研究の分析においては右折直進事故の事故タイプのみを用いる。この右折直進事故は、交通事故を事故類型別にみると3割程度を占め¹⁾、右折する車両と直進する車両相互における事故である (Fig.2よりAG1)。

また、インプットとなる分析データは、物理的な交差点環境要因としての事故対策と交通量の制御により要因を変化させる対策に分類して扱い、Table3及びTable4に示すように2つに分けられる。ここでは、仮想ネットワークの4つある交差点内の1つを例として挙げる。Table3に示した対策に関しては14要因あり、これらをコード化(表現型から遺伝子型への変換)することで遺伝的アルゴリズムの計算により分析を行う。Table3,4に示したデータは4交差点(A・B・C・D)における環境を現したものであり、このデータは、各交差点の4流入部において同じ環境を持つものとする。また、Table4に示した交通量の制御に関しては6要因ある。今回は交通量の制御からの対策を除いた対策を考えることから、交差点固有の環境とする。

今回の分析では、事故発生期待値を関数とし、仮想交差点4地点、16流入部の事故発生期待値の平均から求まる期待事故台数を評価指標の一例として用いる。

$$f_i = P_{ob} \times P_f \times q \quad (4)$$

交通流入部番号 : $i = 1, 2, 3, \dots, 16$

$$F = \sum_{i=1}^{16} f_i / 16 \quad (5)$$

最初に、式(2)、及び式(3)の右辺に Table3, 4 のデータを代入し、 P_{ob} と P_f を算出する。次に、式(4)の右辺にその P_{ob} と P_f 及び基準化交通量を代入する。以上のことから分析対象とする交差点4地点16流入部毎に期待事故台数を算出する。更に、4地点、16流入部ある交差点における f_i ($i=1 \sim 16$) の和を16で除すことにより各流入部の平均 F (期待事故台数) を求め(式(5))、仮想ネットワークの期待事故台数とし、ネットワーク全体を評価する指標とする。

5.2. 対策における費用と段階的な予算制約

対策実施の予算制約条件を考慮するために、これまで実施されてきた事故対策費用を参考として、分析時に用いる各対策に要する費用データについての値を設定する。以下に、費用と各対策における定義を共に示す。ここで、() 内の数値は費用であり、単位は UNITE とする。

- 視距障害 (200)
- 街灯の設置などによる障害低減に要する費用
- 信号制御 (30)
- 二現示の信号機設置に要する費用
- 制限速度 (50)
- 制限速度の標識設置に要する費用
- 細道路 (15)
- 細道路による交通の規制に要する費用
- 右折角度 (30)
- 右折進入流のラインの調整に要する費用
- 曲線アプローチ (15)
- 曲線の設計とライン引きに要する費用
- 信号有細道路 (200)
- 細道路における信号制御設置に要する費用
- 道路幅員 (30)
- 拡幅に要する費用
- 対向進入レーン (30)
- レーン増設に要する費用
- 右折レーン数 (20)
- レーン増設に要する費用

更に、対策実施における制約条件を制約の違いによる期待事故台数の変化についての比較を行うため、以下に示す三段階の制約条件を設定した。

- a. 第一段階：「無制約最適化」
- b. 第二段階：「インフラ制約最適化」
- c. 第三段階：「インフラ + 運用制約最適化」

制約条件の三段階の第一段階は、制約が全く与えられない状態であり、予算制約においても無制限とする。第二段階は地理的な勾配・構造物障害の交差点固有の要因をインフラとし、このような要因を変化させない制約を設定する時の分析とする。第三段階は、第二段階の制約に対策案の実現の考慮を速度制限・レーン数・幅員の変化範囲の制限による制約を加えた分析とする。つまり、第三段階において、速度制限に関しては ± 10 (km/h)、道路幅員に関しては ± 1 (カテゴリー)、レーン数に関しては ± 1 (レーン) の範囲とする。

また、予算制約の増加に伴う期待事故台数の推移を把握し、最低となる期待事故台数の探索を行う。予算制約は1200(UNITE)から100(UNITE)間隔で加算し、制約段階毎に最低期待事故台数を得るまで予算を増加する。この時の最低期待事故台数は予算制約毎の分析結果が5つの連続した同値であった場合とする。

5.3. 遺伝的アルゴリズムにおける探索範囲の設定

遺伝的アルゴリズムでは、操作を行う際の探索条件として、世代数と一世代あたりの個体集団の大きさを設定する必要がある。交通事故対策効果分析モデルでは、世代数を計算の終了条件とした。これは、予め上限世代数(計算終了条件)を設定し、定められた世代数までの分析を行い、そこまでの探索範囲内において最も低い期待事故台数を解とするための設定である。十分な解の探索を行うために交通事故対策効果分析モデルでは世代数を1000とする。

また、分析時の個体集団の大きさと一世代あたりの個体数である。ここで、この一世代当たり個体数を極端に少なく設定した場合には、探索範囲が狭くなり、広大な解空間を持つ問題に対して有効であるとされる遺伝的アルゴリズムの利点が薄れる。そのため、局所解に陥り易くなることから有用な解を導くことが難しい。従って、今回の分析に関しては、このことを防ぐための設定として、一世代あたりの個体数は1000個体とする。

6. 仮想データを用いた分析結果

6.1. 仮想環境交差点と事故対策後交差点の比較

ここでは仮想データを用いて、4地点の仮想交差点における対策前と制約を全く課さない状態で対策を講じた第一段階における期待事故台数の比較を行う。

対策を講じる以前の仮想交差点における事故発生期待値、(仮想4交差点、16流入部の事故発生期待値の平均から求まる F : 期待事故台数)は 8.76×10^6 となった。

遺伝的アルゴリズムによる計算プロセスを経て、制約第一段階として環境要因を変化させた場合の分析結果 F

Table5 仮想環境と対策後における期待事故台数

	期待事故台数(F)
仮想環境における交差点 (対策実施前)	8.76×10^{-6}
仮想環境における交差点 (対策実施後)	2.85×10^{-6}

Table6 仮想環境交差点と対策後交差点における環境変化

交差点 環境要因	仮想環境状態(対策実施前)				制約第一段階(対策実施後)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
視距障害	1	0	0	1	0	0	0	1
信号制御	1	0	1	0	1	1	1	1
制限速度	50	40	30	60	50	40	30	50
構造物障害	1	0	0	1	0	0	0	1
右折角度	1	0	1	0	0	0	0	0
曲線アプローチ	0	1	1	0	1	1	1	1
勾配	0	1	1	0	0	0	1	0
対向進入レーン数	2	2	1	2	1	1	1	2
右折レーン数	0	0	0	1	2	2	1	2

Table 内に記した■部分が対策後における環境の変化を意味する。

制限速度, 対向進入・右折レーン数に関しては, 実数表現とする。

は, 2.85×10^{-6} となった (Table5)。この対策を講じる以前から制約第一段階として環境要因を変化させた場合の期待事故台数に至る各交差点に対し実施された対策を Table6 に示す。

仮想交差点に実施された対策は, Table6 に示した 9 要因が挙げられ, 中でも着目すべき点が信号制御, 右折角度, 曲線アプローチ, 右折レーンである。仮想交差点において, 信号制御が行われている場合は, そのまま環境を変化させず, 反対に信号制御が行われていない場合は, 対策を講じている。右折角度, 曲線アプローチも同様の結果である。また, 仮想状態で設置していない右折レーンに関しては, 新たに設置, もしくは増加させる結果となっている。

このように, 両結果を比較することで, 期待事故台数を大幅に減少させるためには, どの様な対策を講じる必要があるのかが明らかとなった。

6.2. 段階的な制約条件下における期待事故台数の推移

次に, 対策実施における制約条件の違いと対策予算を増加させていくことによる期待事故台数の推移を比較する。

(期待事故台数: $\times 10^{-6}$)

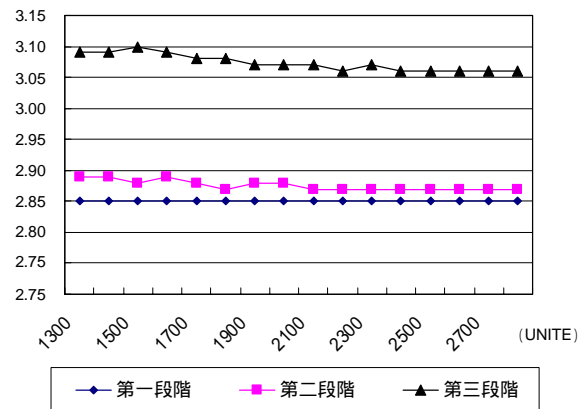


Fig.5 各制約条件下における予算制約との推移

Fig.5 を参照すると, 各段階における予算制約の変化と期待事故台数の推移は制約レベルの違いが顕著に現れている。ここで, 各段階の推移をみると, 第二・三段階共に予算制約の緩和により期待事故台数は減少傾向を示すが, 2400 (UNITE) 以降は値が平行線を辿り, 予算を無制限にした場合においても値に変化はみられない。

つまり, 第二段階において 2100(UNITE)以上の予算制約では最小の期待事故台数が 2.87×10^{-6} の値であり, 第三段階において 2400(UNITE)以上の予算制約では, 最小の期待事故台数が 3.06×10^{-6} の値であることになる。

従って, 全ての対策を行うことが可能な第一段階の期待事故台数の 2.85×10^{-6} に近づくものの, 費用を掛け続けた場合でも, 期待事故台数を減少させる対策案を見つけれないことが明らかとなった。また, 解の探索を行う設定条件として, 上限世代数の 900 世代以降安定した値を示しており, 遺伝的アルゴリズムによる解の探索は十分な解空間の中で細部まで行われ, 探索結果における説明能力のある解であると考えられる。

7. プロトタイプからの拡張と今後の課題

本研究では, 既存研究で構築された事故リスク分析モデルから, 対策費用を制約として設けた交通事故対策における効果分析のプロトタイプとして遺伝的アルゴリズムを用いて構築した。また, それを用いて, 事故タイプの一例として右折直進事故タイプを取り扱い, 分析を行った。

今後は, これまでの分析結果を踏まえ, 交差点各流入部において, 過去の事故データから発生数が多い傾向を示す事故タイプを複数同時に扱ったモデルへ拡張する検討を行う。このことで, 対策効果の評価を幅広く実施することが可能となり, より汎用性の高いモデルが構築される。

更に、分析結果を視覚的に捉えることが出来る形態に加工することが望まれ、今後の課題でもある。また、交通安全の知識を体系化する研究により得られた知見を活用し、これまで筆者らの研究により明らかとなった交通安全施策を講じる各主体の関係性を、本稿で構築したプロトタイプの計算過程に組み込むことにより、交通安全施策における客観的評価システムの確立に繋げたい。

本研究は、社会技術研究システム ミッション・プログラムの一環として行われた。

参考文献

- 1) ITARDA(2004) 『データ情報 基本情報』
<http://www.itarda.or.jp/data/kihon.html> [2004, May 23] .
- 2) 国土交通省道路局(2004) 『交通安全のための道路行政』
<http://www.nlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/index.html> [2004, May 23] .
- 3) 渡辺栄二(1994) 『事故多発区間選定』 第 14 回交通工学研究発表会論文集, pp.89-92 .
- 4) 花田健司・川村治代・澤田等・濱村義夫(1998) 『コミュニティゾーンにおける安全対策の手法とその効果について』 第 18 回交通工学研究発表会論文集, pp.77-80 .
- 5) 杉恵頼寧・藤原章正・柿田慎二・中田英希(1996) 『広島市内におけるコミュニティ道路の事後評価』 第 16 回交通工学研究発表会論文集, pp.133-136 .
- 6) George E. Frangos(1999) 『Automated Enforcement: Applied ITS Technology』 TRANSPORTATION RESEARCH BOARD .
- 7) Luis Felipe Rodríguez , Tarek Sayed(1999) 『Accident Prediction Models for Urban Unsignalized Intersections in British Columbia』 TRANSPORTATION RESEARCH BOARD .
- 8) 斉藤功次・王印海・高橋清・家田仁(1998) 『事故発生過程を考慮した信号交差点における右折直進事故の事故リスク算定モデルの構築』 第 53 回土木学会年次学術講演会講演概要集第 部, pp.476-477 .
- 9) 有田淳・斉藤功次・高橋清・家田仁(1999) 『車両対歩行者・自転車事故を対象とする事故リスク分析モデルの構築』 第 26 回土木学会関東支部技術研究発表会・講演概要集, pp.678-679 .
- 10) 秋山孝正・鈴木崇児(1997) 『遺伝的アルゴリズムを用いた交通安全対策の費用有効度分析』 第 17 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.93-96 .
- 11) 高橋清・加藤浩徳・高野裕輔・寺部慎太郎(2003) 『交通安全政策の英国における現状と日本の方向性』 社会技術研究論文集 Vol.1, pp.374-382 .
- 12) コリム=マサド=デワン・家田仁・寺部慎太郎(2001) 『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 .
- 13) DEWAN MASUD KARIM, Hitoshi Ieda, Shintaro Terabe (2002) 『DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE GIS APPLICATION FOR INTERSECTION TRAFFIC ACCIDENT』 TRANSPORTATION RESEARCH BOARD .
- 14) 警察庁(2004) 『安全・快適な交通の確保に関する統計』
<http://www.npa.go.jp/toukei/index.htm> [2004, May 23] .
- 15) 日野康雄・上野精順・沢田道彦・板倉信一郎(2000) 『実験的アプローチによる効果的交通安全対策導入の試み』 社会技術研究 第 20 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.165-168 .
- 16) 鹿野島秀行(2000) 『バイパス整備による交通事故削減効果の現状分析』 第 20 回交通工学論文報告集, pp.5-8 .
- 17) 伊庭斉志(1996) 『遺伝的アルゴリズムの基礎 - GA の謎を解く - 』 オーム社出版局 .
- 18) 北野宏明(1995) 『遺伝的アルゴリズム 1』 産業図書 .
- 19) 長尾智晴(2000) 『最適化アルゴリズム』 昭晃堂 .

FUNDAMENTAL RESEARCH ABOUT THE EFFECT ANALYSIS OF THE TRAFFIC ACCIDENT COUNTERMEASURE BY GENETIC ALGORITHM

Kiyoshi TAKAHASHI¹, Hironori KATO², Shintaro TERABE³, Mikiharu ARIMURA⁴, and Yoshikazu OZAWA⁵

¹Associate Professor, Kitami Institute of Technology (E-mail: kiyoshi@mail.kitami-it.ac.jp)

²Assistant Professor, The University of Tokyo (E-mail: kato@trip.t.u-tokyo.ac.jp)

³Associate Professor, Kochi University of Technology (E-mail: terabe.shintaro@kochi-tech.ac.jp)

⁴Disaster Prevention & Snow Engineering Division, Road Department Civil Engineering Research Institute of Administrative Institution (E-mail: arimura@ceri.go.jp)

Kitami Institute of Technology (E-mail: mcv04008@std.kitami-it.ac.jp)

Japan made it decrease to a half by 2003 as compared with 1970 whose number of traffic deaths was a peak. But, the injured do not have reduction and the measure of a traffic accident is required for them. But, the measure against a traffic accident has so far been performed based on experience. From now on, it is necessary to perform accident analysis based on objective data, effect prediction, and measure implementation. And the system which can return evaluation to each stage is called for. But, while there are expense restrictions, there are few models which deal with an effect. Then, the model which consists of processes which analyze the measure effect from traffic accident data is built. And the prototype model which evaluates performance was proposed.

Key Words: *Traffic accident countermeasure, Effect on a countermeasure, Genetic Algorithms*