

交通事故多発交差点に関する事故要因分析システムの構築*

Construction of Analysis System for Traffic Accidents Estimation in Intersection*

村瀬 満記**・秋山 孝正***・奥嶋 政嗣****

Mitsunori MURASE**, Takamasa AKIYAMA*** Masashi OKUSHIMA****

1. はじめに

都市道路網における有効な交通安全対策立案のためには、交通事故多発交差点における的確な交通事故要因の把握が必要不可欠である。都市内街路における交差点は、規模、形状、交通状況など多様な要素が複雑に関連しており、交通事故要因の把握のためには、これらの項目相互の関連性および交通事故発生との因果関係を、交通事故要因に関わる知見として蓄積し、分析・検証する必要がある。

このため本研究では、交通事故多発地点での事故発生要因に関する多様なデータ項目を、データベースとして整理する。これを利用し、交通事故に関する統合的な分析システムを構築する。具体的には、まず交通事故発生要因を分析する。その上で、事故発生に関する知識を獲得する。これをもとに交通事故推計における推論のルールを作成し、都市内街路における交差点での事故件数推計を行う。この結果をもとに、効果的な安全対策の導出を行う。

2. 交通事故多発地点データベースシステムの提案

交通事故は多くの要因が複雑に関連して発生する。これを把握するため、交通事故に関連する多様な項目をデータベースとして整理する。これを用いて、交通事故発生要因に関連する分析を行う。ここでは、この一連の流れを行うことのできる交差点交通事故に関する統合的な分析システムを作成する。

(1) データベースシステムの概要

データベースシステムの構成と、このシステムが内包する各種機能の関連性について述べる。

(a) データベースシステムの構成

システムの構成を図-1 に示す。交通事故の発生

に関連する要因として、交差点事故、交差点構造、交通安全対策を、それぞれデータセットとして整理する。これを、交通流動、知識、推論ルールをそれぞれ統括するデータベースと連動させることで、各種機能の実行を可能にしている。具体的には、交通事故件数の集計、知識の獲得、交通事故件数推計などの機能である。また、このシステムは GIS との連動を図ることで、詳細な位置情報の提供が可能となっている。さらに、このシステムは任意のユーザーによる利用が可能である。以下、システムが内包する各種の機能について説明する。

- ①「事故分析」機能：各交差点において発生した交通事故を、年次別、月別、時間帯別、事故類型別、天候別などの項目別に集計することができる。また、交通事故発生状況図を表示することにより、交差点内において発生した個々の事故の発生箇所を確認することができる。
- ②「知識獲得」機能：分析システム内の「交差点事故ベース」、「交差点構造ベース」に格納されるデータをもとに、コンピュータが交通事故の発生にかかわるルールを生成していく。
- ③「データ更新」機能：ユーザーが「事故分析」機能により、事故分析図などを分析し、事実を整理する。これにより得られた知識を、随時「知識ベース」に蓄積していく役割を担う。また、警察などの専門家から得た知識を知識ベースに格納する。
- ④「事故件数推定」機能：「知識ベース」に格納された知識をもとに、交通事故推計を行う。ユーザー

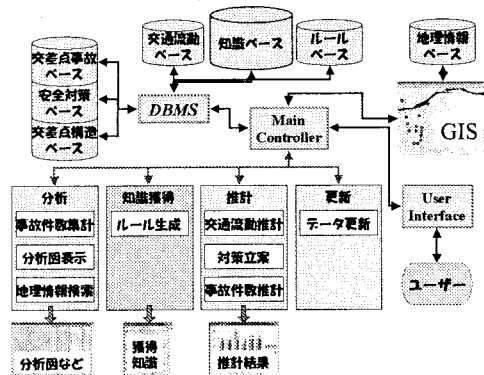


図-1 データベースシステムの構成

キーワード：交通事故, 交差点, データベース, 知識獲得

** 学生会員, 岐阜大学大学院 工学研究科

*** 正会員, 工博, 岐阜大学 工学部社会基盤工学科

**** 正会員, 工修, 岐阜大学 工学部社会基盤工学科

(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1, TEL:058-293-2446,

E-mail:okushima@cc.gifu-u.ac.jp)

一がこの推計結果を分析し、各交差点において有効な対策案を立案していく。

(b) 事故要因分析機能の関連性

各機能の関連性を図-2に示す。まずユーザーが、「交差点事故ベース」に格納されるデータを、「事故件数集計」などの機能により、目的に応じて分析する。これにより、交通事故発生に関する事実を把握する。その上で、事故発生要因に関する知識として整理する。ここで、知識を警察などの専門家からも得るようにする。この手順で得られた知識を「知識ベース」に格納する。また、システム内でコンピュータが行う「知識獲得」機能によっても知識を獲得していく。さらに、この知識ベースに蓄積された知識から、推論ルールを生成し、事故件数推計を行う。これにより得られた結果をユーザーが分析し、効果的な対策案を立案する。

(2) 交通事故関連データの整理

本研究では岐阜市内の交通事故多発交差点を対象とし、交通事故発生状況、交差点構造、交通安全対策、交通量などの8区分のデータセットからなるデータベースを構築する。データ項目の一覧を表-1に示す。各データセットはデータキー項目により関連付けられ、連結して分析可能となっている。

「事故データ」については、個々の事故データを整理した¹⁾。発生年月日、発生時刻、事故形態、天候について記録し、発生位置については、詳細デジタル地図と連動させた。「事故件数データ」については、年次別、事故形態別に集計し、経年的な変化を分析可能としている。「交差点構造データ」については、交差点全体で固有のデータと、流出入部ごとに設定すべき項目を分類し、それぞれのデータについて数値データ化した。有無のみが判別できる項目については無：0/有：1で入力した。「安全対策データ」については、交差点別、年次別に実施された安全対策の数値データ化と、種類別の一覧と対策に付記されたコメントも整理した。これらは事故対策図より設定した。「交通量データ」については、第3回中京都市圏PT調査および平成8年度中京PT中間年次調査を参考とした。平成3年および平成8年のOD表を作成し、各年次のOD表を線形補完により作成した。ここで岐阜市内の道路ネットワークデータを使用して交通量配分計算を行い、各交差点における方向別流入交通量を算出した。

(3) データベースの利用方法

分析システムは、交通事故要因分析のための各機

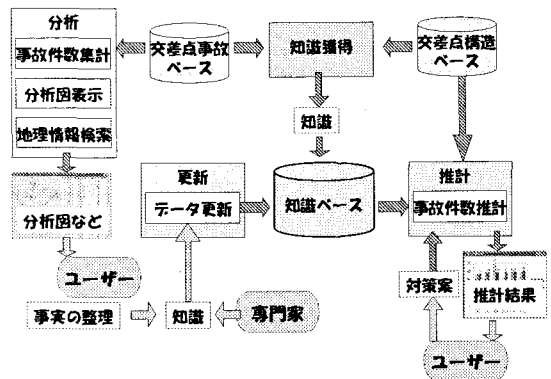


図-2 事故要因分析機能の関連性

表-1 データ項目一覧

区分	項目	Length	内容など
交通事故	*事故ID番号	7	事故ID
	*交差点	4	ID番号
	*年次	4	1996-2003
	発生箇所	25	GIS座標
	発生月日	4	月日(4桁)
	発生時刻	4	時:分 00:00
	事故類型	1	5区分
交通事故件数	天候	1	4区分
	*交差点	4	ID番号
	*年次	4	1996-2003
	*事故類型	1	5区分
	事故件数	3	(数値)集計値
	*交差点	4	ID番号
	名称	20	(文字列)
交差点構造(固有)	形状	1	十字路, 3叉路
	流入方向数	2	(数値)
	流出方向数	2	(数値)
	面積	5	(数値)
	総車線数	2	(数値)
	信号灯機数	2	(数値)
	最小交差角度	3	(数値)
	路面電車有無	1	1:有/0:無
	図面ID	5	図面ファイル番号
	*交差点	4	ID番号(名称)
交差点構造(方向別)	*方向	2	流入No.
	車線数	2	(数値)
	右折車線数	2	(数値)
	左折車線数	2	(数値)
	下り勾配車線数	2	(数値)分析図より
	減少車線数	2	流出部の車線減少
	街路数	2	(数値)分析図より
	規制速度	3	(数値)
	進入速度	3	(数値):未計測
	形状の特異性	1	1:有/0:無
	路面電車有無	1	1:有/0:無
	交差角度	3	(数値)
	*交差点	4	ID番号
	*年次	4	1996-2003
実施安全対策	*種類	3	ID(別途対策一覧)
	数量	5	(数値)or 1:有/0:無
安全対策一覧	*種類	3	安全対策ID
	数量単位	5	(文字列)
	内容	100	(文字列)説明文
交通量	*交差点	4	ID番号
	*年次	4	1996-2003
	*方向	2	流入No.
	車種	1	1:普通/2:大型
	台数	6	(数値)
対策図	図面ID	5	図面ファイル番号
	図面画像File	-	Jpeg形式

また、H12 における市民会館前交差点の交通事故の詳細表示を図-5 に示す。この画面は、「事故分析」機能において、「事故詳細表示」を行った場合の表示である。個別事故の発生時刻、発生場所、事故類型などの情報を確認することができる。

特徴について集計分析する。

⑥現地での観察：現地に赴き、車両の軌跡、進入速度など、流動の様子を観察する（このとき同時にビデオ撮影を行う）。また、各流入部から交差点までの見通しについても観察する。

⑦ビデオ解析：撮影された交差点内および流出入部の流動状況を数値情報に変換し、特徴を解析する。

ここでは、交通事故多発地点を対象とした交通事故発生件数の多少に関する分析を行った。ここで、交通事故発生件数の分析に加えて、利用者が感じる危険感まで分析範囲を広げる場合には、Conflict Analysisの必要性が高いものと考えられる。

（２）交通事故要因分析から得られた知見の蓄積

ここでは、知識の蓄積に関して、前節で整理した知識獲得手順①～⑦と獲得された知識の関係について説明する。獲得された交通事故要因に関する知識は、対象とした交差点ごとに、知識獲得の手順①～⑦と対応により順序付けされる。この順序にしたがって、「知識順序番号」が割り当てられる。また、個々の知識を識別するための知識番号は、＜（交差点番号）-（知識順序番号）＞と規定される。

つぎに、交通事故要因に関する知識の蓄積状況について整理する。本研究では、岐阜市の交通事故多発交差点 24 箇所を対象交差点として選定している。これらの交差点 1 箇所につき、十数個程度の知識を獲得した。多い箇所では 20 程度、少ない箇所で 10 程度の知識を整理した。この結果、全体で 300 程度の知識を獲得した。これらの中には、同様の知識として統合できるものが含まれるため、これを集約すると、総知識数は 100 程度となっている。

具体例として、市民会館前交差点についての獲得知識を図-6 に示す。また、図に示した手順番号は、前節の知識獲得の手順①～⑦に対応している。知識にはあいまい性を含む言語表現を用いている。これらの言語表現の量的な関係には基本的に基準がある。この基準は、知識獲得手順ごとにそれぞれ相違する。

手順①～手順③は、交通事故に関連する基礎統計資料から知識獲得を行っているため、それぞれの出典資料に記される量的な大小関係が基準となる。

また、手順④では専門家へのインタビューにより知識獲得を行っているため、専門家の公の場での議論によって導き出された共通認識が基準となる。

さらに、手順⑤では個々の交通事故記録に基づいた分析による知識であり、分析結果として量的基準が存在する。手順⑥、手順⑦においても同様に、現地での観測が基礎データとなり、実際の現場において

知識3-01：もし 交通量が多い 事故が多い	ならば	手順①
知識3-02：もし 車線数が多い かつ 導流標示が修正される 接触事故が減少する	ならば	手順②
知識3-03：もし 交差角度が小さい かつ 導流標示が修正される 右折時衝突事故が減少する		手順③
知識3-04：もし 店舗・施設の出入口がある 出合頭事故が多い	ならば	手順③
知識3-05：もし 直進車線が食い違い かつ 導流標示が修正される 交差点内での側面接触が減少する	ならば	手順③
知識3-06：もし 近傍の交差点改良がある 進入速度が上昇する	ならば	手順③
知識3-07：もし 付近の道路工事がある 交通流動の変動が大きい	ならば	手順④
知識3-08：もし 交通流動の変動が大きい 事故が増加する	ならば	手順④
知識3-09：もし 深夜時間帯である 単独事故が多い	ならば	手順⑤
知識3-10：もし 通勤時間帯である 追突事故が多い	ならば	手順⑤
知識3-11：もし 進入速度が高い 視界が狭まる	ならば	手順⑤
知識3-12：もし 右左折交通量が多い かつ 歩車分離信号がない 人対車面事故が多い	ならば	手順⑥
知識3-13：もし リバーシブルレーンがある 車線変更が多い	ならば	手順⑥
知識3-14：もし 右折車両の軌跡がばらつく 右折衝突事故が多い	ならば	手順⑥

図-6 整理した知識の例
（市民会館前交差点の場合）

観測されたデータの分析結果が量的な基準となる。

ここで、手順④「専門家へのインタビュー」により獲得した知識に関しては、交通事故対策に関わる専門家による公の場における議論に基づくものである。このため、担当者の主観による大きなバイアスは生じないと考えられる。また、手順④を以外の手順により獲得した知識に関しては、それぞれについて基礎となる客観的データが存在している。

整理した結果、手順⑥により獲得された知識が最も多く、事故要因の分析のためには、現地での観察が重要であることが確認できる。また、手順③で利用した事故多発地点の分析図面の例を図-7 に示す。

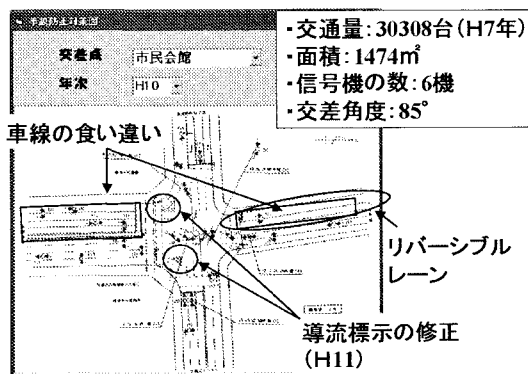


図-7 交通事故多発地点の分析図面

ここで例として、交通事故件数についての量的基準について具体的な数値で示す。図-8に、H14における岐阜市中心市街地の交通事故多発地点を示す。岐阜市交差点1箇所につき1年間に発生する交通事故が、10件程度：少ない、30件程度：中くらい、50件程度：多い、80件程度：非常に多いとなる。

また、前述のように各知識はそれぞれの手順ごとで知識獲得方法が異なる。ここで、手順①～③では、一般の統計データなどから知識を得ている。そのため、必然的に一般的知識も多く含まれることとなる。

一方で、手順④による知識は、実際の現場において交通安全対策を立案する専門家から獲得している。このため、有用な知識が多く含まれる。

以下、整理した知識のうちのいくつかを例として取り上げ、説明していく。

- ①「知識 3-01」：交通事故の発生は、交通量の大小に大きく関係する。このように交通量の多い交差点では、交通混雑が発生しやすく、錯綜が生じ、追突をはじめとする各種の事故が多く発生する。
- ②「知識 3-02」：車線数が多い場合、車両が車線変更をすることが多く、車両相互の側面接触事故が多くなる。このような交通の錯綜を防止する目的として、H11には「導流標示の修正」の交通安全対策が実施された。これにより、各車線における車両の進行方向が明確に示され、車両相互の接触事故などが減少する。
- ③「知識 3-03」：道路の交差が直角でない変形交差点の場合、道路交差が直角である交差点に比べて、右折車両の右折時の走行軌跡が不安定になりやすい。この状況に対し、導流標示の修正を行うと、右折時衝突事故が減少する。
- ④「知識 3-05」：対象交差点の大きな特徴の一つとして、交差点の南北で道路が食い違い構造になっていることがある。この交差点構造は図-7の交差点状況図より確認できる。このため、南側から北側に向けて交差点を直進する車両の走行軌跡が横方向に振れ、車両相互の側面接触などの交通事故が多くなる。この状況に対し、導流標示の修正を実施することで、側面接触事故が減少する。
- ⑤「知識 3-07」：対象交差点付近の道路・他交差点において、道路工事が実施されると、道路の容量が低下する。これより、道路区間の交通混雑が発生し、工事箇所を迂回する交通が生成される。これらのドライバーは不慣れな経路を走行することになり、当該交差点における通常時の走行軌跡の範囲を逸脱する車両もみられる。このため、通常時とは異なった箇所での交通事故が多発する。

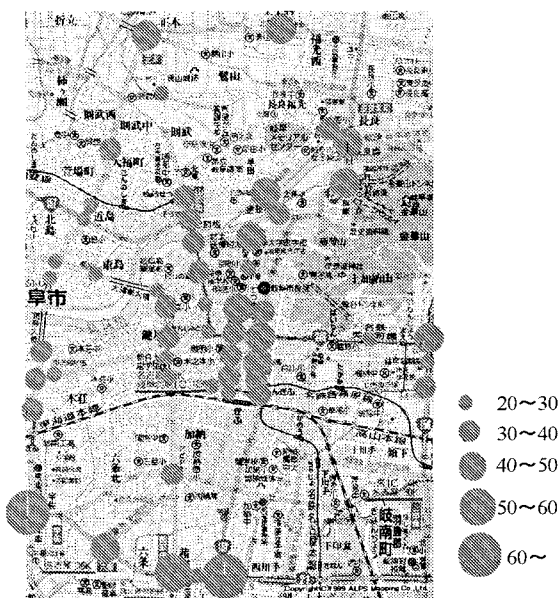


図-8 岐阜市事故多発地点における交通事故件数 (H14)

- ⑥「知識 3-08」：近隣の道路区間の工事などにより、部分的な流入方向において交通流動変化が発生する。このとき、特定の流入車線において流入交通量が信号制御の設計範囲を超過する。

このため、信号現示変化時に高加速にて交差点に進入する車両および車両行列末尾に到達する車両が観測される。これらの車両による右折時衝突および追突事故などが発生する。

- ⑦「知識 3-13」：前述のように、この交差点は道路が南北で食い違っていることに加え、北側流出部がリバーシブルレーン構造になっていることが図-7により確認できる。つまり、同一車線であっても時間帯によって、車線の進行方向が異なる。これにより、車線変更時など、車両相互の錯綜が生じ、側面接触などの事故が多発する。

(3) 蓄積された知見のルール化

前節までにおいて、交通事故発生要因に関する知識を蓄積した。ここでは、蓄積した知識をもとに交通事故発生要因を分析し、交通事故推計に用いる推論ルールを作成する。つまり、交通事故の発生に関連すると考えられる要因を抽出し、ルール化していく。前節において蓄積した知識と、考えられるルールとの対応を表-2に示す。例として、以下にいくつかの対応関係について説明する。

- ①「知識 3-02」と「ルール 1-15」・・・車線数が多く、車両が相互に錯綜する程度を「運転難易性」

と考える。また、導流標示の修正が実施され、車両が錯綜に対して安全に誘導できるようになることを、「標示等誘導性」が大きくなることと捉える。「知識 3-02」では、導流標示の修正により、接触事故が減少することを述べている。「ルール 1-15」は、運転難易性が大きいにも関わらず、標示等誘導性が小さい場合、車両誘導の容易さ「交差点内制動容易性」が小さいことを述べる。

- ②「知識 3-12」と「ルール 2-10」・・・全交通量に対する直進交通量の割合を「直進流動性」とし、この値が小さい場合は右左折交通量が多いことを意味する。右左折交通量が多く、かつ、歩車分離信号などの歩行者・自転車に対する設備の設置度合い「歩行者安全性」がない場合、右左折車と歩行者・自転車の人对車両事故が多くなる。

上記のような対応付けを、各対象交差点について行う。以上の分析から、交通事故に関わる要因の相互関連性を図-9 に示す。交通事故に関連する複数の要因が、階層的な構造で繋がり、相互に関連していると考える。「交通流」や「流動直進性」など、1階層目に位置する要因は、多数の測定可能な変数から構成できるものである。これに対し、「停止容易性」や、「交差点内制動容易性」は、中間の層に位置し、複数の要因と関連する。例えば、「停止容易性」は、「車線変形度」と「車両走行状態（スピード）」に関連する要因である。また、「交通流」、「交差点規模」は、他の要因に比べ、交通事故の発生に大きく影響するため、中間の層を経由せずに、交通事故の発生に直接繋がる要因とする。この構造においては、事故類型別に発生する要因を考える。

これをルール化したものを図-10 に示す。各ルールは、発生する事故類型ごとに生成される。例としてルール 1-9 は、追突事故の要因を考慮しており、「車線変形度が大きくない、かつ、車両走行状態（スピード）が小さくないならば、停止容易性は中くらいである」ことを示す。また、右折時衝突事故を考慮したルール 2-9 は、「流動直進性が小さく、かつ、交差点内制動容易性が大きくないならば、交通事故は多い」ことを意味する。

4. 交差点交通事故要因に関する知見の利用

作成した交通事故要因に関するルールから、ファジィ推論を用いた交通事故件数推計モデルを構築する。ここでは、事故類型ごとの発生要因を考慮できる事故件数推計モデルを構築する。これにより、各交差点の事故件数を推計する。

表-2 知識とルールの対応関係
(市民会館前交差点の場合)

知識	ルール
知識3-06 知識3-11	Rule-1-1 Rule-1-2
知識3-03 知識3-05	Rule-1-14
知識3-01 知識3-07 知識3-08	Rule-1-15
知識3-12	Rule-2-1 Rule-2-2 Rule-2-3 Rule-2-4
	Rule-2-10

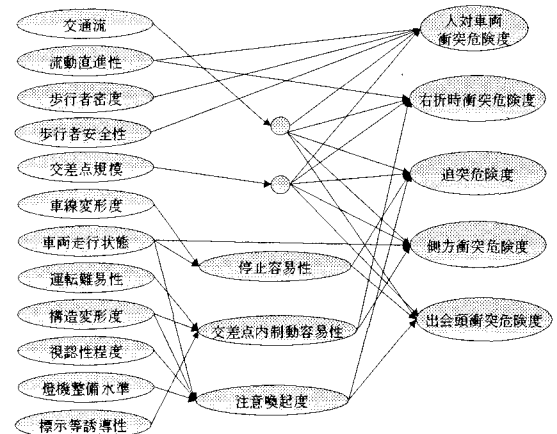


図-9 交通事故要因の関連性

関連事故	Rule-1-1 IF SPE is medium THEN WRN is medium	
	Rule-1-2 IF SPE is large THEN WRN is small	
	Rule-1-3 IF ATT is large THEN WRN is small	
	Rule-1-4 IF LAM is small THEN WRN is large	
	Rule-1-5 IF LAM is medium THEN WRN is medium	
	Rule-1-6 IF LAM is large THEN WRN is small	
	Rule-1-7 IF PST is large THEN WRN is small	
追突・出合	Rule-1-8 IF PLA is large THEN STP is small	
	Rule-1-9 IF PLA is not large and if SPE is not small THEN STP is medium	
	Rule-1-10 IF PLA is not large and if SPE is small THEN STP is large	
右折時衝突	Rule-1-11 IF SPA is small THEN CTL is small	
	Rule-1-12 IF SPA is medium THEN CTL is medium	
	Rule-1-13 IF SPA is large THEN CTL is large	
	Rule-1-14 IF PST is large and if IND is small THEN CTL is small	
	Rule-1-15 IF DRI is large and if IND is small THEN CTL is small	
追突・その他(接触)	Rule-2-1 IF TDE is small THEN TAC is small	
	Rule-2-2 IF TDE is medium THEN TAC is medium	
	Rule-2-3 IF TDE is large THEN TAC is large	
	Rule-2-4 IF TDE is very large THEN TAC is very large	
	Rule-2-5 IF SPA is small THEN TAC is large	
	Rule-2-6 IF SPA is medium THEN TAC is medium	
	Rule-2-7 IF SPA is large THEN TAC is large	
衝突	Rule-2-8 IF STR is small and if WRN is not large THEN TAC is large	
	Rule-2-9 IF STR is small and if CTL is not large THEN TAC is large	
右折時衝突	Rule-2-10 IF STR is small and if SAF is small THEN TAC is large	
対人対車	Rule-2-11 IF DWK is large and if SAF is small THEN TAC is large	
その他(接触)	Rule-2-12 IF SPE is large and if CTL is not large THEN TAC is large	

TDE : 交通流	LAM : 燈機整備水準
SPA : 交差点規模	PST : 構造変形度
SPE : 車両走行状態(スピード)	IND : 標示等誘導性
ATT : 視認性程度	PLA : 車線変形度
DRI : 運転難易性(錯綜度合い)	DWK : 歩行者密度
STR : 流動直進性	SAF : 歩行者安全性
WRN : 注意喚起度	CTL : 交差点内制動容易性
STP : 停止容易性	

TAC : 交通事故件数

図-10 交通事故推計に用いる推論ルール

(1) ファジィ推論モデルの段階的構造

交通事故件数推計に関しては、既存研究において階層型ニューラルネットワークを用いた事故類型区分別推計モデルが提案されている^{2)~5)}。このモデルの推計精度は極めて高いが、説明変数(事故要因)と被説明変数(事故件数)の因果関係が明確でない。

本研究では因果関係を明確にすることが期待できるファジィ推論を用いる^{6)~8)}。ここで、ファジィ推論の基本的な構造について述べる^{9)~11)}。

ファジィ集合 A と B のファジィ関係 R とは両者の関係を表現するファジィ集合である。具体的には

$$R = \int_{x \times y} \mu_R(x, y) / (x, y) \quad (1)$$

のように表現される。このメンバシップ関数 $\mu_R(x, y)$ は、A、B のメンバシップ関数 $\mu_A(x_s)$ $\mu_B(y_j)$ を用いて二項関係によって決定される。たとえば

$$\mu_R(x, y) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(y) \quad (2)$$

のように示すことができる。したがってファジィ集合 B は以下の計算で得ることができる。

$$A \circ R = \int \sup[\mu_A(x) \wedge \mu_R(x, y)] / y \quad (3)$$

ここで、 $\circ$: max-min 演算、sup : 上限である。

この演算は論理的な関係「If x is A then y is B」(もし x が A ならば y を B とする。)を表現するものである。「x is A」とは異なる入力「x is A'」によって得られる推論結果「y is B'」は次のようにして求めることができる。

$$B' = \int \sup[\mu_{A'}(x) \wedge \mu_R(x, y)] / y \quad (4)$$

これは、ファジィ関係を表現するためのメンバシップ関数 $\mu_R(x, y)$ を $A \rightarrow B$ の関係として決定しておけば「x is A'」の状態を示すメンバシップ関数 $\mu_{A'}(x_s)$ から推論結果として y の状態を示すファジィ集合 B' が求められることを示している。

作成されたルールでは、交通事故類型ごとの発生要因を考慮する。これにより、段階的なファジィ推論モデルを構築する。ファジィ推論モデルでは、「IF ~ THEN ...」ルールによって、交通事故発生とそれに起因する多様な要因との因果関係を明確にすることを可能としている。

ここで、全ルール数は 27 とする。また、推論ルールはすべての交差点において共通して適用可能とするために、一般化した形式で記述するものとする。さらに、木構造で表現できる程度ではあるが、推論の連鎖により結論が導かれる構造とする。

言語変数は、「small」、「medium」、「large」、「very large」である。各言語変数に対応するメンバシップ関数を図-11 に示す。これは、岐阜市の事故多発交差点における交通事故件数の大小の程度を意味する。「small」は交通事故の発生がほとんどない交差点の発生件数として規定している。同様に「very large」は交通事故件数の最も多い交差点での発生件数から規定している。この 2 変数の値から均等な間

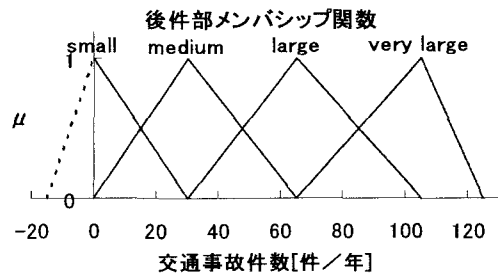


図-11 交通事故件数のメンバシップ関数

隔となるように「medium」「large」を規定している。

(2) ファジィ推論モデルの現況再現性

ここでは、ファジィ推論モデルの構築のために、H7~H9 の交通事故関連データを用いた。ファジィ推論モデルを規定するパラメータ決定は試行錯誤法により、これら 3 箇年の実績に対する適合性をもとにモデルを規定した。

これより、経年的な推計が可能となった。ここでは H7~H9 の交通事故推計結果について述べる。絶対誤差の総和 347.4、RMSE=5.9 であり、比較的良好な精度の推計結果が得られた。

ここで、個別交差点の推計結果について分析する。3 箇年の誤差の合計が最大となったのは、本郷町真砂町若宮町交差点である。この交差点における交通事故件数は、過大に推計されている。H7 の場合は、実測事故件数 29 件に対し、推計値が 46.6 件であり、17.6 件の過大推計となった。この交差点の構造的な特徴としては、路面電車が走行することと、道路の変形度が大きいたことが挙げられる。これらに関して、前者は「運転難易性」の値を、後者は「構造変形度」の値を大きく設定することとしている。

しかしながら、推計に用いた交差点 24 箇所のうちの 4 箇所は、この交差点と同様に道路の変形があり、路面電車が走行する。これらの 4 交差点における交通事故件数の推計値は過大とはならず、良好な値であった。ここでは、当該交差点における過大推計の要因を特定できないが、当該交差点では他の交差点とは異なる要因が影響している可能性がある。

(3) ファジィ推論モデルの適用性

今回のモデル作成時には使用していないデータ (H10 から H12 まで 3 年間) をモデル検証用として利用する。ここでは構築した推計モデルが経年的な交通状況変化に追従可能かどうかを検証する。

事故件数の推計結果を図-12 に示す。絶対誤差の総和 362.2、RMSE=6.7 であり、当然ながらパラメータ推計時の現況再現結果 (H7~H9) と比較して、推

計精度の低下がみられる。

ここで、特定の交差点の交通事故件数の経年変化に着目し、交通事故の推計可能性について議論を行う。ここでは、前述の市民会館前交差点に着目する。図-13に市民会館前交差点における事故件数の経年変化に関する推計結果を示す。これを実績交通事故件数と経年的に比較すると、その推移に良好に追従できていることが分かる。

5. 交通安全対策の立案

作成したファジィ推論モデルは、各交差点の、類型別の発生要因を考慮する。そのため、特定の類型事故削減のために実施される安全対策がもたらす効果を検証することができる。

(1) ファジィ推論モデルへの交通安全対策の導入

交通安全対策実施の影響により、交通事故件数が変化する様子をモデル上で表現する。

(a) 交通安全対策実施と事故要因の関係

交通事故件数推計ファジィ推論モデルにおいては、交通安全対策実施により、説明変数の値が変化する。交通安全対策実施によって変化する説明変数は、「視認性程度」と、「標示等誘導性」である。

ここで、例として「視認性程度」について述べる。この交通事故要因は、交通安全対策である「信号機的大型化」および「明色滑り止め舗装」の指標を複合することで構成される。ここでは、2指標の最高得点を各10ポイント、両者の効果を5:3として指標値を算定した。すなわち、当該交差点で実施可能な箇所すべてに、それぞれの交通安全対策が実施されている場合に最大ポイントとなる。これにより、交通安全対策実施による効果が推計可能となった。

(b) 交通安全対策効果の時間的逓減

交通安全対策は交通事故件数削減を目的として実施されるが、このような安全対策の効果には、時間的な逓減がある。つまり、「信号機的大型化」や、「明色滑り止め舗装」などの安全対策は、実施直後には大いに事故削減の効果を発揮するが、時間の経過とともに、物理的な老朽化、また、人間の心理面に作用する「慣れ」のために、効果が逓減する。本モデルでは、これを反映する。具体的には、「視認性程度」、「標示等誘導性」の値が経年的に10%ずつポイントが減少していくものとした。これにより、安全対策効果の時間的な逓減を推計モデル上で表現することが可能となった。

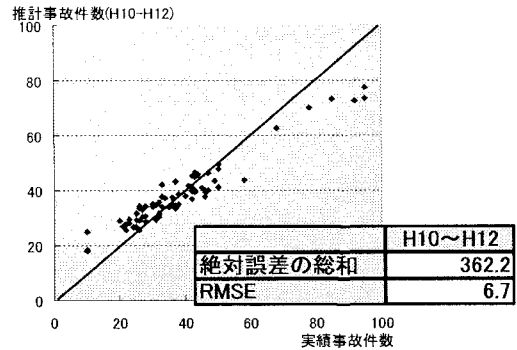


図-12 交通事故推計結果

交通事故件数

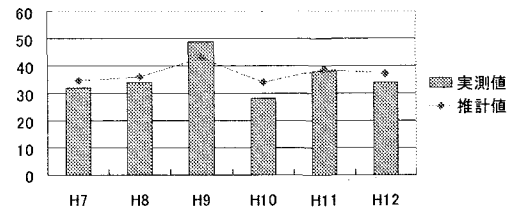


図-13 経年的交通事故変化に関する推定
(市民会館前交差点)

(2) 道路交差点における安全対策代替案の策定

構築したモデルを用いて、交通安全対策をある特定の交差点に導入する。ここでは、知識整理においても用いた市民会館前交差点について分析する。

選定した交差点における H12 の交通状況と交差点に交通安全対策を実施するものとする。具体的には、「信号機的大型化」を交差点全体に、「導流標示の修正」を交差点内に実施するものとする。これを交通事故分析画面上で示したものが図-14である。

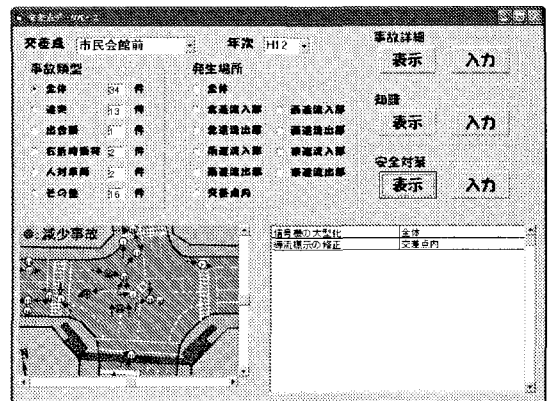


図-14 交通安全対策実施による交通事故件数変化
(市民会館前交差点の場合)

信号機の大形化はドライバーの注意喚起力を高め、交差点であることをより認識させる。この結果、追突事故が発生する危険性を低下させる。

また、導流標示の修正は、車両の進行方向を明確に示すため、車線変更時などにおける側面衝突事故の危険性を低減させる。

以上の影響から、交差点内においては、設定した交通安全対策のもとで、次のような交通事故推計がなされる。追突事故が2件減少・接触事故が1件減少となる。

(3) 安全対策実施による事故件数の経年的推移

前述のように、本研究における事故件数推計モデルは、交通安全対策効果の時間的な減衰を考慮する。このような設定のもとで、市民会館前交差点に、安全対策を実施した場合の事故件数推計値の経年的推移を検証する。ここでは、前節において設定した「信号機の大形化」と「導流標示の修正」を、H7からH12までの各年次でともに実施するものとする。この結果を図-15に示す。これより、交通安全対策の実施により、実施年次の事故件数は一旦減少するが、その後漸増していく結果が伺える。

6. おわりに

本研究では、交通事故多発地点での交通安全対策の立案のため、蓄積された交通事故関連データベースについて、交通事故要因を抽出し、交通事故要因に関わる知見として蓄積可能な交通事故要因分析システムを構築した。これにより、交通事故多発交差点について、交通事故類型別・交通事故発生位置(方向)ごとの交通事故要因を考慮した、交通安全対策の立案を可能とした。

本研究の成果としては、以下の諸点が挙げられる。

- ①交通事故多発地点における交通事故に関する要因を分析可能なデータベースシステムを設計し、基本システムを構築した。このとき、交通安全対策の立案を効率的に実行可能とするため機能を統合した。これにより、蓄積された交通事故データベースを有効に利用した交通事故の要因分析が可能となった。
- ②効果的な交通安全対策導出のための知識獲得の手順を明示した。この手順に従い、交通事故要因の分析を行い、これに関する知識の蓄積を行った。これにより、交通事故要因分析システムを利用した交通事故多発交差点での分析手順を提示した。
- ③交通事故要因の分析から推論形式で知識を整理し、

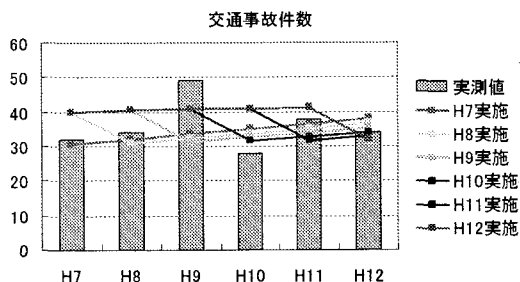


図-15 交通安全対策実施による交通事故件数の経年的変化(市民会館前交差点)

交通事故件数推計モデルを作成し、分析システムに統合することにより交通事故多発交差点において交通事故件数推計を行った。これにより、交通安全対策実施による交通事故件数削減効果を推計可能とした。

また、今後の課題としては以下の点が挙げられる。

- ①専門家の知識(外生的知識)と、システム内で学習によって得られる知識(内生的知識)の整合の図り方を検討する必要がある。
- ②GISにおける各種の地理情報について、データベースの有機的な連動による、有効な活用方法を検討する必要がある。

【謝辞】

本研究で使用した交通事故データの収集に関しては、岐阜県警察本部交通企画課統計分析係のご協力をいただいた。また本研究における交通安全に関する知識獲得においては、岐阜県交通事故防止対策委員会における議論を参考としている。特に体系的な整理においては、岐阜県警察交通部交通企画課・信田正美調査官に多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

【参考文献】

- 1) 岐阜県警察本部交通部：交通事故多発場所等の分析と防止対策図。
- 2) Akiyama, T. and Suzuki, T.: Transport Safety Management and Cost-Effectiveness Optimization Problem, Urban Transportation, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.1, No.3, pp.951-962, 1995.
- 3) 小谷ゆかり, 鈴木崇児, 秋山孝正, 武藤慎一：交差点での類型別事故推計モデルに基づく交通安全対策の評価手法, 土木計画学研究・論文集, Vol. 18, No. 5, pp.971-978, 2001.
- 4) 小谷ゆかり, 鈴木崇児, 秋山孝正：類型別事故予測

- モデルを内包した交通安全対策策定方法, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.225-228, 1999.
- 5) 秋山孝正, 小川圭一, 寺嶋真穂: 交通安全対策の組み合わせ最適化に対する免疫アルゴリズムの適用性の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, No.4, pp.975-982, 2003.
- 6) 村瀬満記, 秋山孝正, 奥嶋政嗣: 交通事故推計のためのファジィ推論モデルの作成, 第19回ファジィシステムシンポジウム講演集, pp. 429-432, 2003.
- 7) 村瀬満記, 秋山孝正, 奥嶋政嗣: 交通事故分析データベースシステムの作成, 土木学会中部支部平成15年度研究発表会講演概要集, pp.377-378, 2004.
- 8) 土木学会: ITS 社会にむけた交通安全研究の方向性について2, 2003
- 9) 坂和正敏: ファジィ理論の基礎と応用, 森北出版, 1989
- 10) 本多中二, 大里有生: ファジィ工学入門, 海文堂出版, 1989
- 11) 古田均, 小尻利治, 宮本文穂, 秋山孝正, 大野研, 背野康英: ファジィ理論の土木工学への応用, 森北出版, 1992

交通事故多発交差点に関する事故要因分析システムの構築*

村瀬 満記**・秋山 孝正***・奥嶋 政嗣****

交通事故多発交差点における交通安全対策策定のためには、交通事故多発交差点の的確な交通事故要因の把握が必要不可欠である。交通事故多発交差点は、規模、形状、交通状況など多様な要素が複雑に関連しており、交通事故要因の把握のためには、これらの項目相互の関連性および交通事故発生との因果関係を、交通事故要因に関わる知見として蓄積する必要がある。本研究では、交通事故多発地点での交通事故関連データベースを作成するとともに、交通事故要因分析システムを構築することにより、交通事故要因に関して分析する。また、交通安全対策効果を計測可能な交通事故推計モデルを構築し、分析システムを利用した交通安全対策の立案方法を示す。

*Construction of Analysis System for Traffic Accidents Estimation in Intersections**

*By Mitsunori Murase**, Takamasa AKIYAMA*** Masashi OKUSHIMA*****

The traffic safety planning has received much attention in terms of reduction of danger in driving. The causality of the plural factors have to be clarified in the estimation of traffic accidents at the intersection. The model with fuzzy reasoning was introduced to the estimation of the number of traffic accident in the intersection. In this study, The causality of the plural factors analysis is designed and basic model is constructed for traffic accidents estimation in Intersections. The type of accidents may be separated to consider the accurate estimation in the study.
