

道路政策の質の向上に資する技術研究開発 【研究終了報告書】

①研究代表者	氏名 （ふりがな）	所属		役職	
	（やまだ はるとし） 山田 晴利	公財 交通事故総合分析センター 東京大学空間情報科学研究センター		常務理事・研究部長 特任教授	
②研究テーマ	名称	事故発生位置情報を用いた事故分析統合システムの研究開発			
	政策領域	[主領域] 領域6 交通事故対策	公募 タイプ	タイプ1	
③研究経費 （単位：万円）		平成25年度	平成26年度	平成27年度	総合計
	※端数切り捨て。	999	999	900	2,898
④研究者氏名	（研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）				
氏名	所属・役職（※平成27年3月31日現在）				
柴崎 亮介	東京大学空間情報科学研究センター 教授				
Teerayut Horanont	東京大学空間情報科学研究センター 客員研究員				
西田 泰	公財 交通事故総合分析センター 研究第1課長，高知工科大学 客員教授				
下村 静喜	公財 交通事故総合分析センター 研究第2課専門職員				
塩田 誠	公財 交通事故総合分析センター 主任研究員				
知花 要	株式会社ゼンリン第一事業本部GIS事業部SE課長				
⑤研究の目的・目標	（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）				
<p>2012年から事故原票に交通事故発生位置の経度・緯度が付与されるようになり、「すべての道路と地域」を対象にして、従来は不可能だった詳細な事故分析を行うことが可能になった。近年痛ましい事故が連続して発生している通学路の事故対策，ゾーン30設置前後の事故の比較等がこれに該当する。しかし、既存の事故分析システムは、事故発生場所の位置情報を扱えず、また毎年50万件を超える人身事故に付与された位置情報の品質管理・修正支援も困難である。本研究開発では、GISを援用して、事故データの品質管理から分析までを実行できる総合的な事故分析システムを新たに開発することを目的とする。これによって、事故位置情報の品質管理，沿道の建物用途，土地利用，プローブデータ，さらには天候や運転者の属性，車両属性等と連携した多角的，複合的な事故分析など，これまで局所的にしか行えなかった総合的な事故分析を任意の地点・地域で行うことが可能となる。</p>					

⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

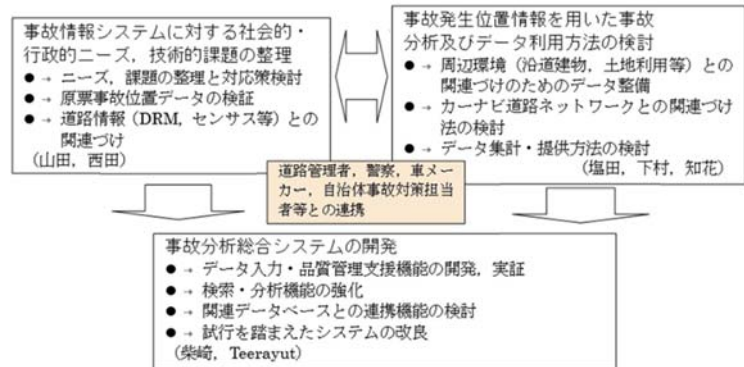
(研究の進捗や目的の達成状況、各研究者の役割・責任分担、本研究への貢献等(外注を実施している場合は、その役割等も含めて)について、必要に応じて組織図や図表等を用いながら、具体的かつ明確に記入下さい。)

本研究開発では、

1. 事故分析システムに対する社会的・行政的ニーズ、技術的課題の整理
2. 事故発生位置情報を用いた事故分析及びデータ利用方法の検討
3. 事故分析統合システムの開発

の三つの課題をたて、これらについて国土交通省道路局、警察庁、地方自治体等の協力を得ながら、研究者間で分担して研究開発を実施してきた。研究実施体制は下図に示したとおりであり、交通事故総合分析センター(以下、ITARDAと略記する)と東京大学が共同で研究を行った。

課題1と2については、ITARDAが主に担当し、特に道路管理者向けの交通事故データと分析システムを刷新した。課題3については東京大学が主に担当し、交通事故と関連する空間情報を扱うための各種システムを開発した。



⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

(中間・FS評価における指摘事項を記載するとともに、その対応状況を簡潔に記入下さい。)

1. 課題採択時の要望: これまでのGISを利用した事故DBとの技術的差異を明らかにし、システム活用の効果をも具体的に明確にしていきたい。
→ 全国の人身交通事故を扱い、各種空間情報を使った分析が行えるようにしました
2. 中間評価時(1年目)の指摘事項:
 - 1) システムにより、具体的にどのような事故分析が可能となるのか具体的に示してほしい
→ ⑧研究成果及び成果報告レポートをご覧ください
 - 2) 道路管理者が事故対策の実務で使えるよう、使い勝手の向上・信頼性を高めてもらいたい
→ 道路管理者向けのシステムを大幅に改良しました。詳細は、⑧研究成果及び成果報告レポートをご覧ください
 - 3) 道路管理者だけでなく、広く一般に使いやすいシステムとする方策を検討してほしい
→ 一般向けに分析成果を公表するようにしました
 - 4) 事故発生位置の誤差等を修正・改善する方法を検討してほしい
→ 誤差の修正システムを組み込みました
3. 中間評価時(2年目)の指摘事項:
 - 1) 生活道路事故を対象にしてメッシュ単位で時間帯別の分析は可能か?
→ 可能です。生活道路で発生した事故の集計結果をITARDAホームページで公開しています

⑧研究成果

(本研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等について、具体的にかつ明確に記入下さい。)

本研究の成果は、I 総合的な事故分析システムの開発とII 地理空間情報を使った交通事故の分析の二つの部分からなる。以下では、それぞれの研究成果を記述する。

I 総合的な事故分析システムの開発

2012年から交通事故の発生場所の経度・緯度情報が取得されるようになり、それまでは実施できなかった詳細な事故分析を行うことが原理的には可能になった。しかし、この経度・緯度情報を使って事故分析を行うには、次のような課題を解決する必要があった。

- (1) 経度・緯度の正確さを確認し、正確ではないデータについては本来あるべき場所に修正すること
- (2) 確認・修正された事故発生場所をもとにして、事故を道路のリンク・交差点単位に集計すること
- (3) 集計された事故データをもとにした事故分析のためのシステムを構築すること

これら(1)~(3)は道路管理者向けの事故分析システムに関わっている。従来からITARDAで道路管理者向けの事故統合データベースを作成し提供してきたところであるが、事故の発生場所については、道路管理者が警察の協力を得て取得した場所情報をもとにして事故発生場所を地図に落とすという作業が必要であった。しかし、発生場所の経度・緯度情報を使えばこうした作業は原則として不要になり、コスト・時間の削減につながることから、上記のシステムを開発した。

(1)については、事故データの経度・緯度の与える場所から一定の距離（都市部では50m、地方部では100m）の範囲にある同種の道路（DRMリンク）を検索し、同種の道路が見つかった場合にはその場所を正しい事故発生場所とみなすことにした（図-1）。この操作によって、DRMリンクに付与されている様々な属性情報と事故とを結びつけることができる。図-1では黒線がDRMリンクを表しているが、背景地図と位置がずれている箇所が見られる。これは背景地図とDRMとで作成に使われた元図が違っていることが原因である。道路管理者向けのシステムではDRMに合わせることにした。

事故の集計(2)については、DRMリンクをさらに細分したITARDA区間（平均長は約300m）を単位として事故を集計するようにした。新設された道路を対象に、ITARDA区間を自動的に設定するツールも作成した。

事故分析用のシステム(3)は基本的に従前から使われていたものを踏襲し、DRMネットワーク上に事故を表示する機能等を追加した。

II 地理空間情報を使った交通事故の分析

事故分析では、事故発生要因と事故のクラスタリングについて分析を実施した。最初に分析に必要と考えられる各種データを収集した。すべてのデータを列挙すると煩雑になるので、代表的なデータのみを以下に掲げた。分析に用いた統計ソフトRではcsv形式のデータに加えて、shape形式、JSON形式のデータも読み込むこと

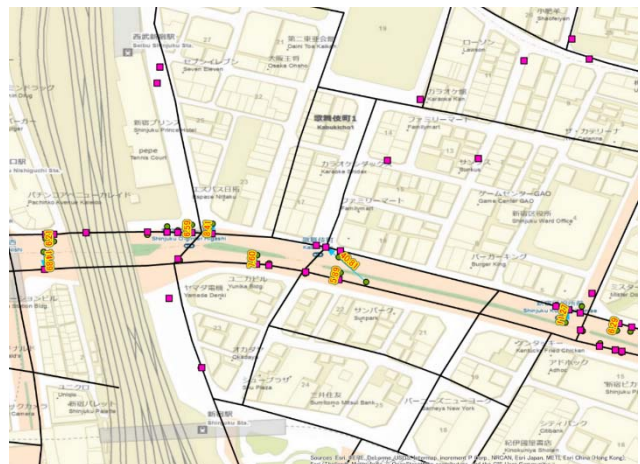


図-1 事故位置の修正（●は修正前、■は修正後の事故位置、数字は移動距離(m)をそれぞれ表す）

⑧研究成果 (つづき)

ができるので、データの入力では問題が生じなかった。(下記のリストで頭に◆がついている項目はオープンデータ、◇がついている項目は非オープンデータである。)

- ◆ 国勢調査, 経済センサス
- ◆ 都市計画 (都市地域, 用途地域他)
- ◆ 国土数値情報 (DID, 小中学校区他)
- ◆ DRM (道路ネットワーク, 地物)
- 地域メッシュ (3次, 4次メッシュ)
- ◇ ゾーン30
- ◇ テレポイント (POIs)
- ◇ ヒヤリハット

事故要因の分析では、一般道路で発生した事故の件数を都道府県別に3次 (1 km) メッシュで集計し、計数モデルを適用した。ただし、3次メッシュで集計した場合でも件数が0となるメッシュの数が多く、特に地方部の県ではそうであった。この点を考慮して、計数モデルとして広く使われているポアソン回帰モデルに加えて、負の二項分布回帰モデル、さらにはゼロ強調モデルについても推定を行った。表-1に東京都 (島嶼部を除く) の2013年事故に関する推定結果 (ゼロ強調負の二項分布回帰モデル) を掲げた。交差点数の計数が負になっているのは、東京では他府県と比べ交差点の数が多くが影響しているためと考えられる。

表-1のモデルでは、それぞれのメッシュのデータは独立であると仮定されているが、実際にはメッシュ間に空間的な相関関係が存在すると想定される。実際事故件数を対象にしてMoranのIを計算したところ、「空間相関がないとはいえない」という結論が得られた。そこで、モデルにランダム効果項をとり入れ、それらの間に空間的な相関が存在すると仮定してMCMC法でポアソン回帰モデルを推定した (RのCARBayesパッケージを用いてLeroux *et al.*のCARモデルを推定した)。この結果を表-2に掲げた。さらに、推定された事後分布の中央値を使って求めた各メッシュの事故件数と実際の事故件数とを散布図にプロットした結果を図-2に掲げた。この図からは空間相関を考慮したモデルが実際の事故件数をよく再現していることがわかる。

最後に、事故のクラスタリングについての分析結果の中から、東京都市圏の事故多発箇所と死亡事故、重傷事故の分布パターンに差があるかどうかを検討した結果を簡単に述べる。多発箇所と死亡・重傷事故のカーネル密度推定結果は図-3のとおりで、重傷事故のパターンが他のパターンとは異なっている。DCLF検定及びMAD検定を使ってパターンに差があるかを検討したところ、これらパターンのいずれの組合せでも有意な差が認められた。

表-1 ゼロ強調負の二項分布回帰モデル推定結果 (東京都)

説明変数	推定値
【計数部分】	
切片	-7.114 ***
用途地域 (工業)	-0.127
用途地域 (低層住居)	-0.468 ***
用途地域 (中層住居)	-0.249 **
用途地域 (住居)	-0.066
用途地域 (その他)	-0.425 **
駐車場数	0.061 ***
店舗数	0.001 ***
log (k)	1.496 ***
【ゼロ強調部分】	
切片	1.344 ***
都市地域	-7.145 ***
対数尤度	-4717

表-2 ランダム効果を取り込んだポアソン回帰モデルのMCMC予測結果 (東京都)

説明変数	事後分布の中央値
切片	-8.758
非都市地域	0.917
半都市地域	0.44
交差点数	-0.0003
徒歩通勤通学者数	0.0004
事業所数	0.0002
τ^2	1.080
ρ	0.995

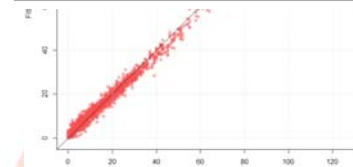


図-2 事故件数 (横軸) と当てはめ値 (縦軸) : 東京都

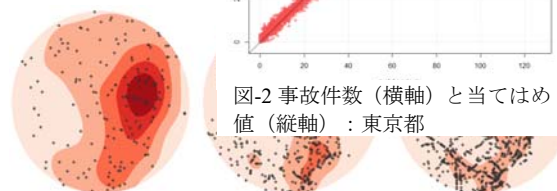


図-3 東京都市圏での死亡事故 (左), 重傷事故 (中), 多発箇所 (右) のカーネル密度推定結果 (2013年)

⑨研究成果の発表状況

- 山田晴利：高齢者の交通事故に関する基礎的分析，第33回交通工学研究発表会論文集CD-ROM, pp. 23-27, 2013年9月，交通工学研究会
- 山田晴利, Horanont T, 田中祥夫, 柴崎亮介：交通事故発生場所の経度・緯度の精度検証と事故分析システムの開発，土木計画学研究・講演集CD-ROM, 第49巻, 9頁, 2014年6月, 土木学会
- 山田晴利, Horanont T, 田中祥夫, 柴崎亮介：交通事故の発生場所情報を用いた事故分析，CSIS全国共同利用研究発表大会，CSIS Days 2014
- 山田晴利, 柴崎亮介：交通事故の空間分布パターン，CSIS全国共同利用研究発表大会，CSIS Days 2015
- Songpatanasilp P, Yamada H, Horanont T & Shibasaki R: Traffic accidents risk analysis based on road and land use factors using GLMs and zero-inflated models, Paper #320, 26 pages, CUPUM 2015 CD-ROM, 2015
- 山田晴利：冬季の交通事故の特徴，ゆき, 第26巻, 第3号, pp. 106-109, 雪センター, 2015年12月
- Chen Q, Song X, Yamada H & Shibasaki R: Learning deep representation from big and heterogeneous data for traffic accident inference, *The proceedings of AAI 2016 CD-ROM*, The Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2016
- 山田晴利, 下村静喜, 田中祥夫, 柴崎亮介：交通事故発生地点の経度・緯度情報を用いた事故分析，土木計画学研究・講演集CD-ROM, 第53巻, 4頁, 2016年5月, 土木学会

⑩研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

- 年別の事故多発箇所マップをカーナビメーカー、車メーカーに提供した。この成果は各社のカーナビで利用されているほか、ホンダ・セーフティマップでも使われている (<https://safetymap.jp/>)
- 自動車技術会春季大会フォーラムにおいて「ITARDAでの交通事故データ活用」と題して講演(出席者約200名), パシフィコ横浜, 2014年5月
- 自動車技術会春季大会フォーラムにおいて「発生場所の経度・緯度を使った交通事故分析」と題して講演(出席者約200名), パシフィコ横浜, 2015年5月
- 山田晴利：交通事故の空間分布パターン，ITARDA第18回研究発表会講演(出席者約300名), 2015年10月
- 下村静喜：交通事故リスクアセスメントー生活道路における交通安全対策，ITARDA第18回研究発表会講演(出席者約300名), 2015年10月
- ITARDAのホームページに生活道路の事故を500mメッシュで集計した結果を掲載した (www.itarda.or.jp/service/webmap.php)。この結果はGAZOOでも紹介されている (http://gazoo.com/car/pickup/Pages/daily_160528.aspx)
- 同じくITARDAホームページに市区町村別・年齢層別・状態別の事故死傷者数(人口10万人当たり)のグラフを掲載した (http://www.itarda.or.jp/materials/publications_local.php)
- 2016年2月27日(土)にNHK総合テレビの「データなび世界の明日を読む：データで交通事故を減らせ！」において，ITARDAで集計したメッシュ単位の事故件数を利用した3Dマップ他が放映された

⑪研究の今後の課題・展望等

(研究目的の達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や道路政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

交通事故の分析を行うに当たっては、発生場所の情報を付与された交通事故データが必須である。発生場所の経度・緯度の正確さについては徐々に改善されてきてはいるものの今後とも継続的にチェックを続けていく必要がある。

また分析に使われる国勢調査、経済センサス等の社会・経済データ、POIやデジタル道路地図(DRM)等の空間情報データについても定期的な更新が必要であり、こうした更新業務を継続して実施していく。

交通事故分析に使われるデータの中には、プライバシー保護、知的財産権等の絡みで広く一般に公開できないものも含まれている(事故原票データ、DRM等がこれに該当する)。こうした状況に鑑み、集計した分析成果(プライバシー情報を含まない)をWeb等で公開するようにしていきたい。

交通事故分析については、これまで幹線道路での事故に重点が置かれていたが、近年は生活道路での事故にも関心が持たれるようになってきていることから、生活道路での事故と地域特性、地理空間特性との分析をさらに深化させていく考えである。とくに、交通事故発生場所の空間的なクラスタリングに注目した研究が行われるようになってきているので、こうした分野の研究も実施し効果的な交通安全対策の実施につながる成果を目指したい。

⑫研究成果の道路行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、道路政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

本研究の成果は、すでに道路管理者に提供する交通事故統合データベースの作成とそのシステムに反映されており、道路交通安全の実務において広く活用されている。また道路行政の観点から見ると、従来警察から提供を受けて地図上に落としていた事故発生場所を発生場所の経度・緯度を使ってほぼ自動的に取得することができるようになったことから、コストの削減につながっている。

近年関心が高まってきている生活道路での事故については、メッシュ単位での集計を行い、その結果を都道府県に提供しただけではなく、一般にも公開した。こうした取り組みは従来の分析の枠を越えるものであり、今後提供するデータの種類と数をさらに拡大していくこととしたい。

⑬自己評価

(研究目的の達成度、研究成果、今度の展望、道路政策の質の向上への寄与、研究費の投資価値についての自己評価及びその理由を簡潔に記入下さい。)

本プロジェクトでは、GISを援用して事故データの品質管理から分析までを実行できる総合的な事故分析システムを新たに開発することを目的として研究開発を実施した。この結果、以下のシステムとデータベースを開発・構築し、実用に供するに至った。

- 交通事故の経度・緯度の値をもとにして、交通事故を同種別の道路（DRMのリンク・交差点）と紐付け、分析に必要な道路情報（センサス交通量，道路幅員，管理者等の情報）を取得するためのシステム
- DRMのリンク・交差点と紐付けられた事故発生場所をもとにして，リンク・交差点別に事故を集計分析するためのシステム
- 交通事故の分析に利用するための道路ネットワーク（DRMベース）と社会経済指標等のデータベースの構築

上記のシステムを使って構築した道路管理者向けの分析用データベースと分析システムについては，2014年度から管理者に向け提供を開始し，順次対象範囲を拡大してきており（2014年度は9県，2015年度は32都道府県，2016年度は36都道府県），すでに実務において利用されている。

これらとは別に，事故分析ではオープンソースの統計解析システムであるRを用いて各種分析を行った。これは近年のデータ，アプリのオープン化の流れを意識したものであり，Rが従来のGISを上回る地理空間情報の分析能力を備えるまでになったことがその背景にある。なお本研究で開発したRのコードについては，ITARDAのホームページで順次公開している。

こうしたことから，本プロジェクトではほぼ当初計画したとおりの成果を達成できたものと自己評価している。

今後は，本研究で開発したDBの継続的な更新を行うとともに，利用者の意見も取り入れながらシステムの使い勝手の向上に努めていく考えである。

なお，本プロジェクトの遂行に当たって当該研究費による貢献度は大きく，投資効果は大きかったと考える。