

**道路政策の質の向上に資する技術研究開発  
【研究状況報告書（2年目の研究対象）】**

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総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 [副領域]	公募 タイプ	タイプ1
③研究経費（単位：万円） <small>※H25は精算金額、H26は受託金額、H27は計画額を記入。 端数切り捨て。</small>	平成25年度	平成26年度	平成27年度	総合計
	999	1,000	1,000	2,999
④研究者氏名	（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。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			
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			
塩田 誠	公財 交通事故総合分析センター・主任研究員			
下村 静喜	公財 交通事故総合分析センター・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。）			
<p>2012年から事故原票に事故発生位置の経度・緯度が付与されるようになり、「全ての道路と地域」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60万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，車両属性と連携した多角的，複合的な事故分析など従来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

(研究の進捗状況について、これまでに得られた研究成果や目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。)

本研究開発は、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3本の柱から構成されている。それぞれの柱において、過去2年間に以下の研究開発を行ったところ、2年目の成果を中心に記述する。

### 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

- ・ [1年目] 道路管理者、警察等に対して、事故発生場所の経度・緯度情報を用いた事故分析のニーズについてヒアリングを行った他、カーナビ・地図メーカー等にも同様のヒアリングを行い、分析に必要なデータを整備した。
- ・ [2年目] 前年度に整備したデータの更新に加えて、新たに提供されるようになったデータ(中学校区など)を追加した。また、「市町村道で発生した交通事故を地域メッシュ単位で集計するためのシステム構築」の要請を受け、基準地域メッシュ(約1キロ)、二分の一地域メッシュ(約500m)、四分の一地域メッシュ(約250m)とメッシュ毎のデータを都道府県別に整備した。

さらに、交通事故の分析に使うため、事故(センサス対象道路での事故に限る)に2010年のセンサス交通量を紐付けた。自動車類の交通量だけではなく、歩行者・自転車等の交通量についても整備を行った。

また、これまで交通事故総合分析センター(以下、ITARDAと記す)から道路管理者に提供していた「交通事故統合データベース」は、道路管理者が警察から取得した事故発生場所のデータをもとにして作成されていたが、事故原票に経度・緯度が附与されるようになったことから、経度・緯度情報を用いて直接データベースを作成することを試みた。今年度は経度・緯度情報が高い精度で入力されている9県(福島県、三重県他)を対象にデータベースの作成・提供を行った。この作業の中で事故原票とデジタル道路地図(DRM)の間で道路種別に違いがあり、とくに自動車専用道の扱いに留意する必要があることが判明した(図1)。さらに事故の属性データについても原票のデータを使って作成する必要があることから、事故属性データの作成方法を検討した。

経度・緯度情報を用いて統合データベースを作成することによって、道路管理者の負担が大幅に軽減すると見込まれることから、来年度以降対象都道府県を拡大する予定である。

左が DRM の道路種別、右が事故原票の道路種別。DRM では市町村道が単独の道路種別となっておらず、また原票の自動車専用道に対応する道路種別がない。

図 1 道路種別の対応

道路種別	コード	道路種別	コード
高速国道	1	一般国道	1~999
都市高速	2	主要地方道	1000~1999
一般国道	3	一般都道府県道	2000~2999
主要地方道 県道	4	? 一般市町村道	3000~3999
主要地方道 指定市道	5	高速国道	4000~4999
一般都道府県道	6	? 自動車専用道	5000~5999
指定市の一般市道	7	? 道路運送法上の道路	6000~6999
その他の道路	9	農(免)道	7000~7999
未調査	0	林道	8000~8499
		港湾道	8500~8999
		私道	9000~9499
		その他	9500
		一般交通の用に供するその他の道路	9900

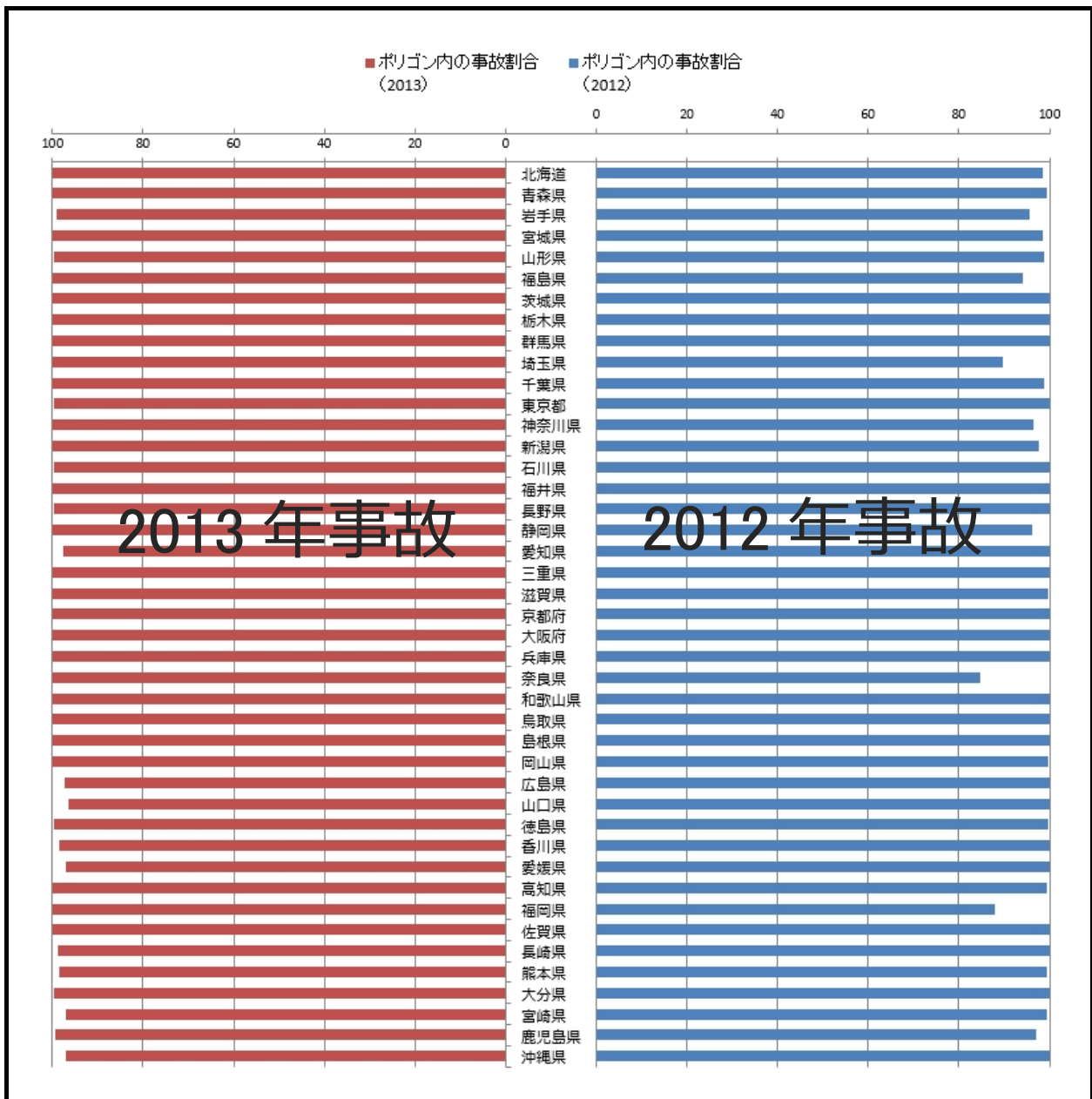


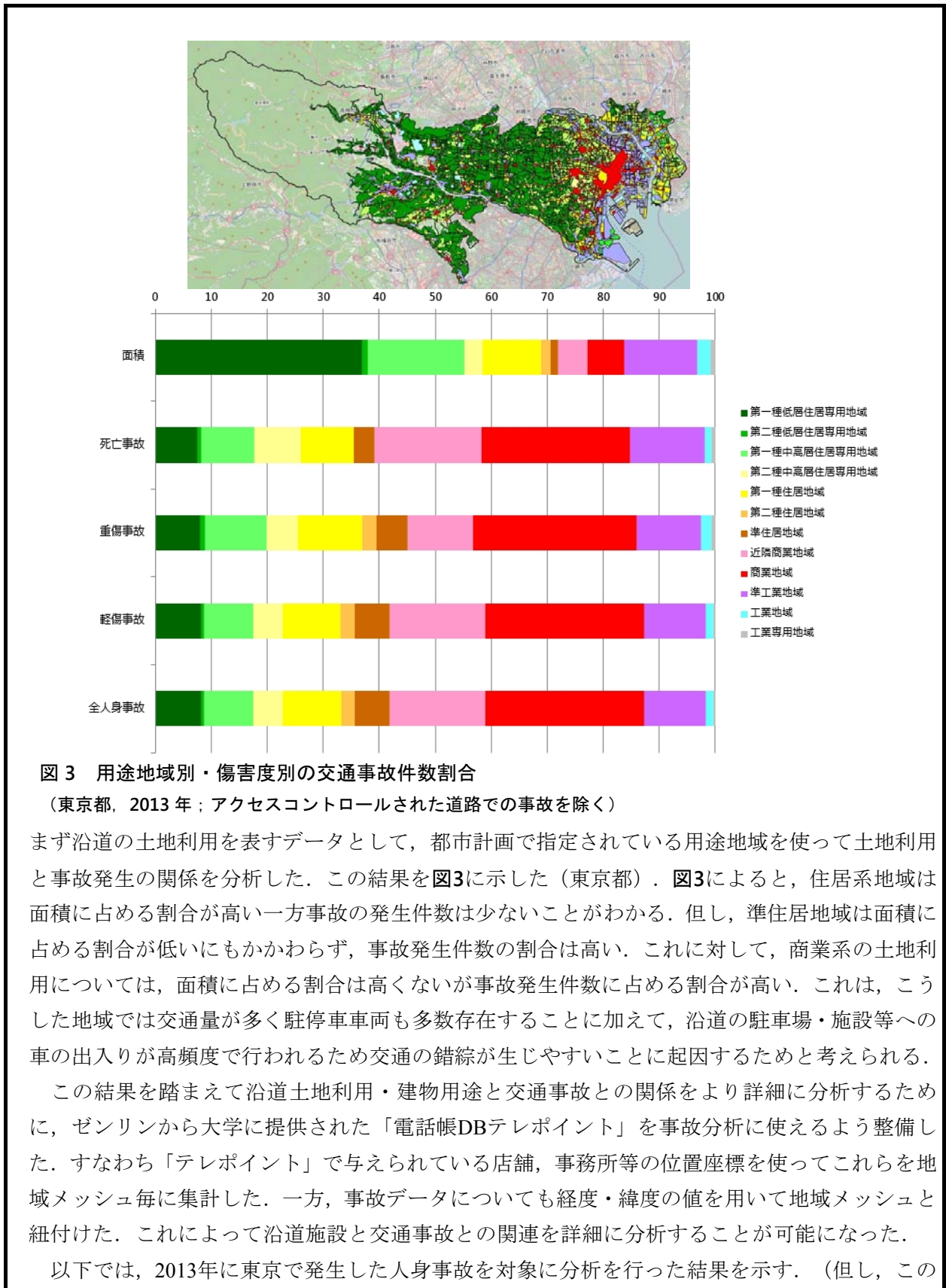
図2 事故位置が当該都道府県のポリゴン内に落ちる割合(2013年と2012年の比較)

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

- ・ [1年目] 2012年全年及び2013年1月から8月に発生した交通事故を対象に、経度・緯度で表された事故位置が正しく道路上に落ちているかどうかを確認した。

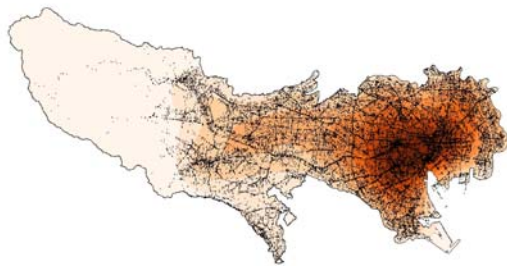
また分析に用いるため、DRM、カーナビで用いられている道路ネットワークを対象にリンク・ノード情報をGISで広く用いられているshapeファイル形式に変換した。

- ・ [2年目] 2013年全年の交通事故を対象に、1年目と同様に位置精度の確認を行った。2012年のデータと比べると、2013年データでは全体として精度が向上していることが認められた(図2)。さらに、沿道土地利用・建物用途等と交通事故の関連について分析を行った。この分析では、

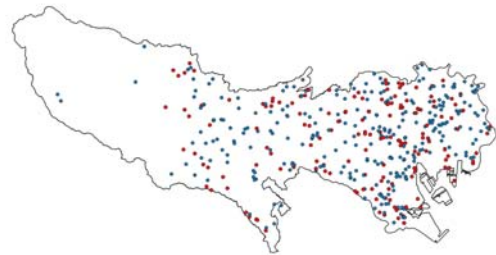


分析では、アクセスコントロールされた道路での事故は除外している。）

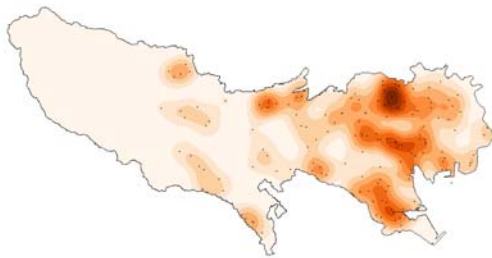
図4に交通事故発生位置と事故の座標を使って推定したカーネル密度を示した。図4(1)の密度推定結果から都心部、下町及びターミナル駅周辺に事故が集中していることがわかる。さらに図4(2)～(4)からは、死亡事故と重傷事故の分布には違いがあるように見える。



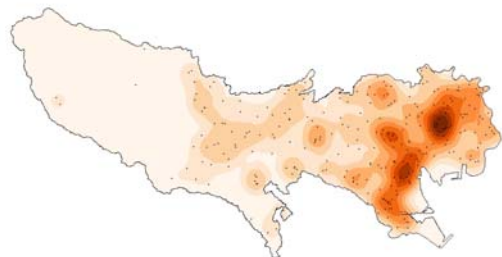
(1) 全人身事故のカーネル密度推定結果



(2) 死亡事故(●), 重傷事故(●)の発生位置



(3) 死亡事故のカーネル密度推定結果



(4) 重傷事故のカーネル密度推定結果

図4 東京都の交通事故の分布パターン(2013年)

そこで、死亡事故と重傷事故の発生パターンに違いがあるかどうかをRipleyのK関数を使って分析した。K関数の詳細は参考文献(谷村晋著「地理空間データ分析」, 共立出版)に譲るが、死亡事故, 重傷事故について空間的な分布が異なるかどうかを検定することができる。ここでは、皇居を中心とする地域(半径約15 km)を対象に死亡事故と重傷事故それぞれのK統計量の差を使って分析を行った(分析には統計ソフトRを使った)。結果は図5に示したとおりである。

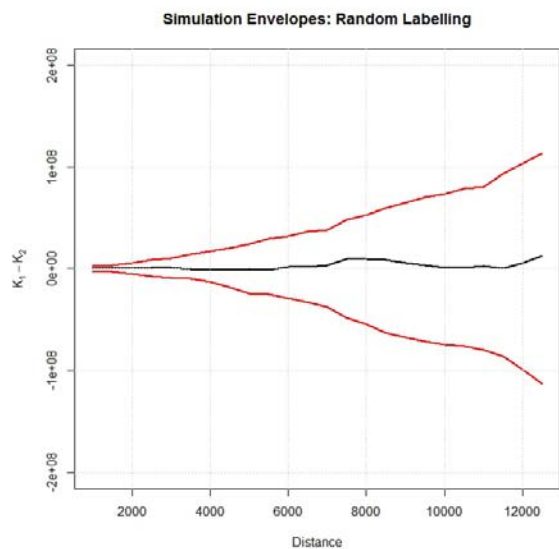


図5 K統計量の差(横軸は距離, 縦軸は差)

図5によると、死亡事故のK統計量と重傷事故のK統計量との間に大きな差はなく、シミュレーションで求めた上下限（図5の上下の赤い線）の範囲内に収まっており有意な差はないといえる。

次に、基準地域メッシュ単位（約1 km）に集計した人身事故の件数を推定するためのモデルを構築した。

事故件数は非負の整数値をとる計数データなので、「ポアソン回帰モデル」あるいは「負の二項分布回帰モデル」が用いられることが多い。しかし、交通事故をメッシュ単位に集計すると発生件数が0のメッシュの数がポアソン分布あるいは負の二項分布で与えられる数より多くなることが知られている。図6には2013年に東京の「一般道路

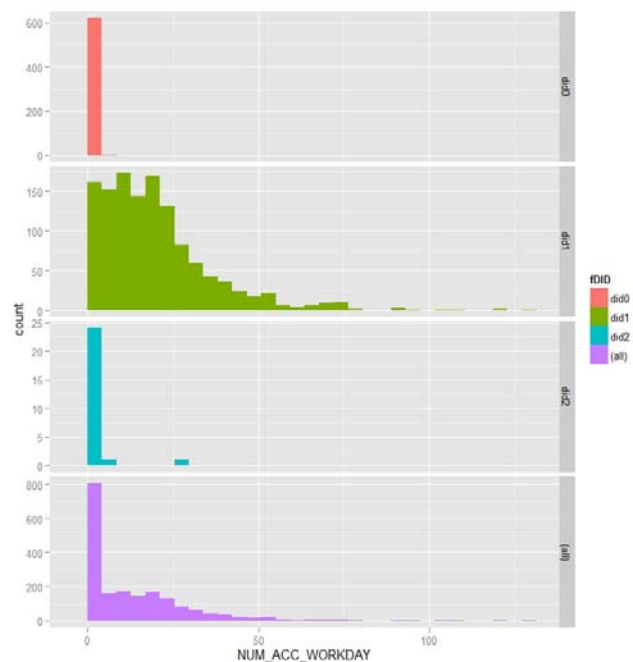


図6 一般道路で平日に発生した事故件数のヒストグラム（上からそれぞれDID外、DID内、一部がDIDに含まれるメッシュでの発生件数。一番下はすべてのメッシュ計；但し島嶼部での事故は含まれない。）

（アクセスコントロールされていない道路）」で平日に発生した人身事故件数をメッシュ単位に集計した際のヒストグラムを掲げた。この図によると、DIDの外あるいはDID境界に存在するメッシュでは事故件数0のケースが際立って多いことがわかる。

こうした分布をもつ観測データについては、「ゼロ強調モデル」の適用が考えられる。ゼロ強調モデルの一つであるゼロ強調ポアソン回帰モデル（ZIP）は次式で表すことができる。

$$\text{Prob}(y_i = 0) = \pi_i + (1 - \pi_i) \exp(-\lambda_i), \quad (*)$$

$$\text{Prob}(y_i = k_i) = (1 - \pi_i) \frac{\lambda^{k_i} \exp(-\lambda_i)}{k_i!} \quad k_i = 1, 2, \dots \quad (**)$$

ここに、 $k_i$ はメッシュ $i$ の事故件数を表す非負の整数で、 $\lambda_i$ はメッシュ $i$ の件数の期待値、 $\pi_i$ は過度なゼロをとる確率を表す。この二つの式から分かるように、ゼロ強調モデルは通常のポアソン回帰モデルと過度なゼロを表現するロジットモデルの二つから構成されており、この二つのモデルは独立であると仮定される。（負の二項分布回帰モデルでは、ポアソン分布を負の二項分布に置き換える。）さらに、ロジットモデルでは $\pi_i$ が線形予測子 $z_i$ によって、ポアソン回帰モデルでは $\lambda_i$ が線形予測子 $v_i$ によって、それぞれ次式のように表されるものとする。

$$\pi_i = \frac{1}{1 + \exp(-z_i)}, \quad z_i = \beta_0^{(z)} + \beta_1^{(z)} x_1^{(z)} + \dots,$$

$$\lambda_i = \exp(v_i), \quad v_i = \beta_0^{(p)} + \beta_1^{(p)} x_1^{(p)} + \dots$$

ここに、 $\beta_j^{(z)}$ ,  $\beta_l^{(p)}$  はそれぞれロジットモデル, ポアソン回帰モデルの係数,  $x_j^{(z)}$ ,  $x_l^{(p)}$  はそれぞれのモデルの説明変数である。

2013年の平日に東京の一般道路で発生した人身事故件数を基準地域メッシュごとに集計したデータに対して、ポアソン回帰モデル (PRM), 負の二項分布回帰モデル (NegBRM) を推定したところ、PRMの残差逸脱度とAICはそれぞれ8304.4, 14,086であった。一方、NegBRMでは残差逸脱度は1851.6, AICは9856.1であり、PRMに対し統計的に有意であった。さらに、ゼロ強調負の二項分布回帰モデル (ZipNegBRM) を推定したところNegBRMに対して統計的に有意という結果が得られた。ZipNegBRMでは、ゼロ強調モデルでメッシュがDIDに含まれるかどうかを表す要因変数を使い、また負の二項分布モデル (計数モデル) ではメッシュ内の小学校数, 銀行数, 病院数, 大学数, 駅数, 及び交差点数を説明変数として用いた。

これ以外の交通事故 (休日) についても同様の分析を行うとともに、地理的加重回帰モデルを用いた分析も行う予定である。

### ③ 事故分析統合システムの開発

- ・ [1年目] 事故発生位置の経度・緯度の値をもとにして近傍に存在する同じ種別の道路・交差点を抽出するシステムのプロトタイプを構築した他、分析に用いるためのデータを整備した。
- ・ [2年目] 前年に構築したプロトタイプシステムの機能向上を図った。特に、近傍を定義する円の半径の値を任意に設定できるようにし、近くにある同種別の道路・交差点を試行錯誤的に探索できるようにした。こうした機能が必要になるのは、事故原票には国道あるいはランクが国道以上の道路で発生した事故について上り・下りどちらで起きたかが記載されているからである。DRMでは上り・下りが区分されている道路が二条線で表現されているケースがあるが、上り・下りのリンクには別々のリンク番号が与えられており、しかも上り・下りのペアとなるリンクがどれとどれなのかという情報が存在しないので、上り・下りのリンクを正しく判定するためには最後は目視に頼らざるを得ないのである。このシステムを使って、事故発生位置の経度・緯度の値をもとにして近傍の道路・交差点を抽出した例を図7に示した。

これに加えて、過年度の事故が発生した位置を地図上に表示するためのシステムを作成した。これは、こ



●は経度・緯度による事故位置, ■は近傍の道路・交差点の探索結果, 数字は2点間の距離

図7 事故発生位置近傍の道路・交差点の抽出

これまで道路管理者向けに提供してきた事故データはDRMリンクをさらに細分したITARDAリンク(平均長さ310 m)単位に集計されているが、道路交通センサスの際にセンサス区間が見直されるため、センサス実施後にITARDA区間も見直されており、過去のITARDA区間と最新のITARDA区間との対応をとる必要があるからである。図8に過年度の事故をDRMの上に重ねて表示した画面を掲げた。



図8 過年度の事故位置検索・表示システム

さらに、交通事故を地域メッシュ単位で集計するためのシステムを開発

した。メッシュとしては地域メッシュ(約1 km)、二分の一地域メッシュ(約500 m)、四分の一地域メッシュ(約250 m)を用いることとした。但し、四分の一地域メッシュでは、各メッシュで発生する事故の数が少なくなり、発生件数0のメッシュが多数生じる。メッシュ単位に各種の指標(道路延長、施設数など)を集計し、事故分析に使えるようにした。図9には、1 kmメッシュ単位の「(DRMの定義による)その他道路」延長と「市町村道での事故件数」を表示した結果を掲げた。

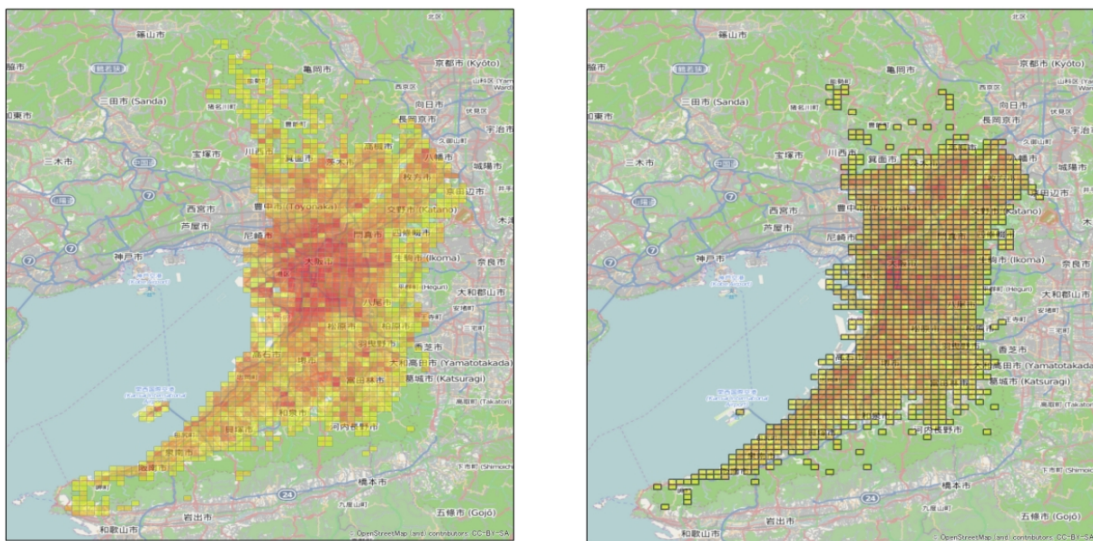


図9 1 kmメッシュを使った事故分析(左:その他道路延長 右:市町村道での事故件数)

なお、2013年に東京(島嶼部を除く)の一般道路で発生した人身事故を1 kmメッシュ単位に集計して分析した結果によると、事故件数と高い相関をもつ変数はDID地域、都市地域、用途地域区分、小学校数、銀行数、娯楽施設、大学数、スポーツ施設数、一般道の延長、その他道路の延長などであった。



## ⑦研究成果の発表状況

(本研究から得られた研究成果について、学術誌等に発表した論文及び国際会議、学会等における発表等があれば記入。)

- [口頭発表] 山田晴利：ITARDAでの交通事故データ活用，自動車技術会2014年春季大会「安全・安心な交通空間のためのビッグデータとマイクロメディア」フォーラム，2014年5月21日，パシフィコ横浜。
- [学会発表] 山田晴利，H Teerayut，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，vol 49 (CD-ROM)，9 pages，第49回土木計画学研究発表会（春大会），2014年6月。
- [口頭発表] 山田晴利：事故発生場所情報を使った事故分析，第17回交通事故・調査分析研究発表会，公益財団法人交通事故総合分析センター，2014年10月。

## ⑧研究成果の活用方策

(本研究から得られた研究成果について、実務への適用に向けた活用方法・手段・今後の展開等を記入。また、研究期間終了後における、研究の継続性や成果活用の展開等をどのように確保するのかについて記述。)

平成26年度には、道路管理者に対して提供している交通事故統合データベースの作成に本研究成果を利用した。この結果を踏まえて、平成27年度には対象とする都道府県の範囲を拡大し、最終的には全都道府県に対して適用することを予定している。これによって、道路管理者が負担するコストの大幅な削減が期待できる。

また、事故発生位置の経度・緯度情報を用いて事故多発箇所データを作成し、提供を行っている。提供先は、カーナビメーカー、車メーカー、損害保険会社、大学等であり、カーナビでの危険箇所情報の提供、ドライバーへの啓発、研究等に活用されている。今後もデータの更新・提供を継続的に実施していく予定である。

平成26年度に開発した、メッシュをもとにした集計システムについては、先行的に5府県に提供したが、来年度はほぼすべての都道府県を対象に提供する予定である。

## ⑨特記事項

(本研究から得られた知見、学内外等へのインパクト、研究としての新規性、アピールポイント等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の目的・目標からみた、研究成果の見通しや進捗の達成度についての自己評価も記入。)

交通事故発生場所に経度・緯度が附与されるようになったことについては、学会、フォーラム等において研究成果とともに発表を行ったところ反響は大きく、ITARDAに対して事故データ（多発箇所データも含む）の提供要請がいくつか到来した。警察庁の承認を得た上で、提供を行った。

交通事故の詳細な属性を含むデータについては、個人情報保護の必要があり、すべてを公開することはできない状況にあることから、本研究の中で集中的に分析を行う予定である。特に、東京大学が保有するさまざまな空間情報（沿道建物、施設、土地利用等）との関連性に重点を置いて分析を行う。詳細な地理情報と交通事故情報を統合した分析は従来実施されておらず、本研究での取り組みが最初である。

本研究で整備したデータは、交通事故の分析の基盤となるものであり、交通事故の研究、事故対策等のために広く利用できる仕組みを整える予定である。

1年目及び2年目の研究開発は順調に進んでおり、本研究開発の目標達成は十分可能であると考えている。

なお、デジタル道路地図（DRM）協会に対して、二条線のペアリンク情報の付与、固定長データ形式の改変について要望したところ、2015年発行のDRMからcsv形式のデータが添付されることとなった。（ペアリンク情報については、検討中の由。）