

(43) 交通事故対策の多角的検討に資する 事故データベースの構築

山田 怜旺¹・鈴木 弘司²

¹学生会員 名古屋工業大学大学院工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:r.yamada.821@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学大学院准教授 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:suzuki.koji@nitech.ac.jp

交通安全対策事業について、事故統計データに基いた事前事後比較による短期的な効果検証がされていても経年的な評価や道路構造、制御、地理的要因を多角的に分析されることは少ない。道路管理者や交通管理者が協力して効果的な事故対策を検討するためには様々な情報を組み込んだ事故データベースシステムの構築が求められる。そこで本研究では、これまでは専門家の利用を想定して構築されたデータベースを、より多くの人が簡単に利用できるような汎用性の高いソフトウェアを用いて構築し、地理情報等のデータも活用した分析システムを提案した。また事故データに発生路線情報を付与するためのより簡易なマッチング手法に関する検討も行った。本データベースを用いて、特定の事故属性の発生分布の把握や既対策箇所との関係を可視化することが可能となった。

Key Words: traffic safety, traffic crashes, database, GIS

1. はじめに

近年、わが国では交通死亡事故は減少傾向にあるものの、依然として高い水準で推移している。また、名古屋市では交通安全実施計画を打ち出し、生活道路及び幹線道路における安全確保に重点を置き、交通事故が起きにくい環境を作るために、各種交通事故対策を講じている。しかし、短期的な対策効果は検証されていても経年的な評価や道路構造、制御、地理的要因を多角的に分析されることは少ない。このような分析や、道路管理者、交通管理者が協力して効果的な事故対策を検討するためには事故データベースシステムの構築が求められる。特に、住民や関係者が理解しやすい表示、出力などのデータの可視化が可能なシステムが必要といえる。自治体の交通安全対策立案に関する研究として、南部ら¹⁾が事故データベースを中心とした事故対策支援システムの適用を行った。システムを用いて、GISを活用し事故分析を行うことは事故対策が必要な箇所の発見や市民への情報提供に有効な方法であると示した。このシステムには事故情報に加え、ヒヤリ体験や地図情報、過去の事故対策情報などが含まれる。また、事故データに含まれる緯度経度情報を活用したデータベースの開発を目的とした研究として、山田ら²⁾が事故データの緯度経度の精度検証と、

PostgreSQLを用いた事故とデジタル道路地図（以下、DRM）データのマッチングを行い、緯度経度の精度は都道府県により異なることや、緯度経度が正確な値である場合には事故分析に十分に使用可能であることを示した。また、GISを用いて交通事故分析を行うアプローチは約20年前から存在しており、一定の研究成果が得られているものの、現在も効果的な事故対策検討や事故対策の効果検証においてGISを用いたデータベースの構築のアプローチは有用であると考えられる。また、これまでの研究の課題点として、データベースの使用者は専門家のみが想定されている点、データベースに事故の集計機能を持ち合わせたものが少ない点が挙げられる。

そこで本研究では、事故の詳細な発生状況の把握や、事故危険箇所の特定を目的とした事故データベースの構築を行う。このデータベースは専門家のみならず道路管理者が事故対策立案時に簡単に使用でき、継続使用も容易なシステムとするため、汎用性の高いソフトウェアのみで構築を行う。

本研究の分析方針を図-1に示す。事故データとDRMデータを用いて事故データベースの構築を行い、また地理情報データベースをGISを用いて紐づけて分析を行うことで、事故対策の効果検証や、事故危険箇所の特定を行う。本稿では、特に事故データベースの構築方法を示す。

2. 事故データとマッチング手法について

(1) 使用する事故データについて

本研究で用いる事故は2009年から2019年に名古屋市内（高速道路を除く）で発生したものであり、事故データには、発生年月日、当事者種別、事故類型、発生位置（緯度経度）、発生交差点名、路面状態、道路形状、信号機、道路幅員等が含まれ、発生した路線に関する情報は含まれていない。また、含まれる「道路幅員」の精度に関して、図-2に示すように同一路路であっても複数の道路幅員が含まれている状況である。そこで、事故それぞれに発生路線の属性の情報を追加するために、まず事故と道路リンクデータのマッチングを行う。

(2) 事故と道路リンクデータのマッチング

本節では、事故と道路リンクデータのマッチングについて述べる。本研究で使用する道路リンクデータは、日本デジタル道路地図協会³発行のDRM・DB3206BW3D版（2020年6月版）を使用する。また計算には、Microsoft Excelと組み込まれているVBAを使用し、GISソフトとしてQGIS3.16.5⁴を使用し、ベースマップにはOpenStreetMap⁵を利用する。QGISを使用する理由として、インターネット上で無料公開されている点と、市販ソフトと変わらない機能がある点が挙げられる。山田ら²の研究では、事故の位置と道路ネットワークとの間の距離をPostgreSQLを用いて計算しているが、本研究では、ExcelとQGISという、より汎用性の高いソフトウェアのみで計算する。この距離計算に、マップマッチング手法のうち、幾何解析手法のpoint to curve手法⁶を用いる。各データの詳細として、リンクデータはシェープファイル形式であり、事故データの緯度経度は度数表示で入力されている。事故とリンクの距離を計測する際、度数法のままだと正確に距離を測定するのは困難であるため、QGISを用いてどちらも平面直角座標系へ変換し、WKT(well known text)形式で出力を行った。今回対象とするのは名古屋市内のリンクから、高速道路のリンクを抜いたものである。それぞれのリンクにはn個（ $n \geq 2$ ）の構成点が含まれており、リンクはn-1個の線分で構成されている。従って、リンクと事故の最短距離を測定する場合、1つのリンクに対してn-1回距離を測定する必要がある。今回扱う事故は15万件ほどあり、名古屋市内のリンク（約11万本）に対してすべて距離を算出するのは計算量が多いので、本研究では、計算量削減のため、事故が含まれる4分の1地域メッシュ（以下、250mメッシュ）をQGISの空間結合機能により特定し、250mメッシュ内に存在する事故に対し、そのメッシュの周辺50mを含んだ域内（約300m四方）に存在するリンク分だけ距離の算出を行う。また距離算出時に、事故に含まれて

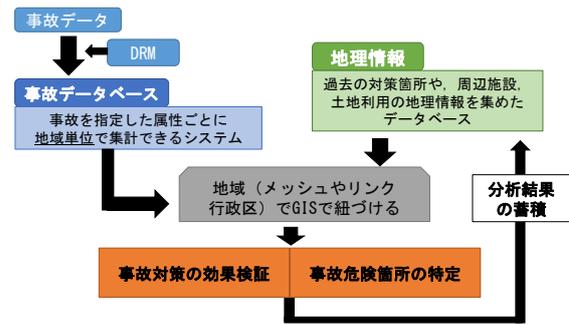


図-1 分析方針

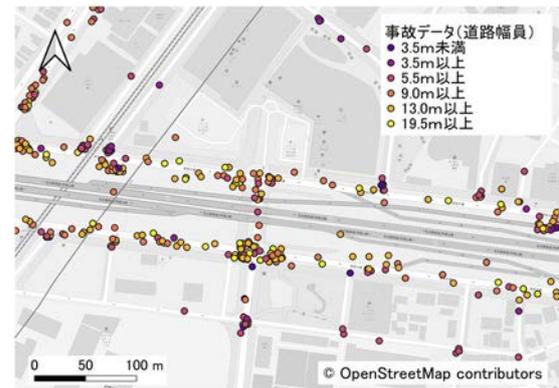


図-2 事故データの道路幅員属性の様子

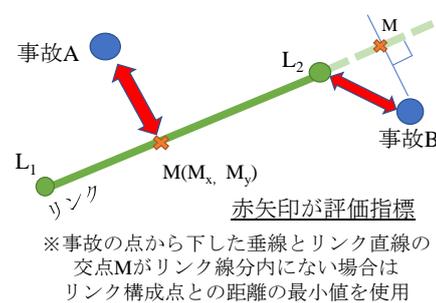


図-3 距離算出概略図

いる道路形状の項目が、「その他広場等」の場合、事故とリンクのマッチングを行わず、広場等で発生という情報を事故に紐づける。

距離算出方法は、平面直角座標のXY値を用いて、リンク内線分をそれぞれ1次元数化し、事故発生点のX、Y値との点と直線の距離を測定する。その際、事故の点から下した垂線とリンク直線の交点がリンク線分内でない場合はリンク端点との距離の最小値を使用する。この算出方法の概略を図-3に示す。また、算出式は、事故発生点座標を $X(x_1, x_2)$ とし、リンクを $Y = ax + b$ と置き、リンク端点の座標を $L_1(Lx_1, Ly_1)$ 、 $L_2(Lx_2, Ly_2)$ とし、事故発生点からリンクに下した垂線とリンクの交点を $M(M_x, M_y)$ とする。Mが線分内にある場合の、リンクの傾きであるaが定義可能な場合の距離Dの算出式を(1)に、定義不可能な場合を(2)に示す。ただし今回の対象範囲

に関してはaが定義不可能な場合は存在しなかった。

$$D = \frac{|a \times x_1 + (-1) \times x_2 + b|}{\sqrt{a^2 + 1}} \quad (1)$$

$$D = |Lx_1 - x_1| \quad (2)$$

また、Mが線分の外にある場合は、 L_1 と L_2 のそれぞれに対し、式(3)を使いリンク端点との距離を求めた後、より距離が短い方を最短距離とする。Mが線分内にあるかどうかは、 $(Lx_1 - M_x) \times (Lx_2 - M_x) < 0$ と $(Ly_1 - M_y) \times (Ly_2 - M_y) < 0$ の両方を満たす場合に線分内とする。

$$D_i = \sqrt{(Lx_i - x_i)^2 + (Ly_i - y_i)^2} \quad (i = 1, 2) \quad (3)$$

こうして対象のリンク内の全線分に対して、距離を算出し、その最小値を更新していき、最終的に最小値を取った線分が含まれるリンクと事故をマッチングする。マッチングを行った結果の一例を図-4に示す。今回、事故データに路線情報が無いため、マッチングした結果を定量的に評価することは難しい。そのため、目視でマッチングの精度を評価する。事故から最近傍のリンクの番号が入力されている場合に正しくマッチングできたと判定する。また目視の際、メッシュ境の事故の誤判定がないかを特に確認した。確認に用いた箇所は名古屋市内で2009～2019年の間で最も事故が発生した250mメッシュ(528件発生)で、そのうち527件は最近傍のリンクと紐づいていた。1件については、そもそも民地内に事故のプロットが落ちていたため、事故データそのものの精度の悪さが影響したと考えられる。以上から、このマッチング手法の精度を確認できた。

(3) マッチングした属性を用いた幹線道路の判別方法

本節では、マッチング結果を用いて、事故に幹線道路で発生したか否かという情報を付与する方法について説明する。リンクデータには道路種別(国道、県道、市道、基本道路、細道路)が含まれるので、この属性を用いて幹線道路か非幹線道路の判別を行う。本研究では、市道より低い種別である基本道路と細道路を非幹線道路と定義し、その他を幹線道路とする。基本的に紐づいたリンクの属性で判別を行うが、幹線道路に取り付く非幹線道路に紐づいた事故のみ別処理を行う。マッチングの過程で事故の最近傍のリンクに紐づいており、リンクとリンクの交点(ノード)は道路の中心部に存在することが多いため、ノード付近の事故はほとんど主道路(幹線道路側)に属していると考えられる。そこで、交わるリンクの種別に幹線と非幹線が混在する場合に、事故とノードの距離を計算し20m以内の時に、その事故は幹線道路で



図-4 マップマッチング結果の一例



図-5 データベースの操作画面

発生したと判別する。このように事故に発生路線の情報を付与したデータを用いて事故データベースの構築を行う。

3. 事故データベースの構築

事故対策立案時や、対策評価を行う際には、事故発生状況の把握が重要であり、特定の事故に絞った分布を確認することが多く、その際に属性をクロスした集計分析を行うことが多い。既往研究では、メッシュやリンク、大字単位での事故集計や、1事故毎の発生分布の把握が行われてきた。しかし、データベースの集計機能について詳細に示した研究は少ない。そこで本研究では、任意の事故属性と地域単位(メッシュやリンク)のクロス集計が容易に可能なExcelを使用したデータベースを構築する。データベースの操作画面を図-5に示す。本データベースの集計機能は、ユーザーが任意の集計したい事故属性を指定し、それらの事故を集計し、各地域単位(メッシュ、リンク、行政区)別に出力できるものである。図-5に示すように、本データベースは事故属性を最大3つまでクロス集計可能であり、それぞれの事故属性の項目のどれを集計するのかも選択可能である。そして、指定した事故属性の事故を地域単位毎に出力可能となって

いる。集計に使用可能な事故属性は発生年、事故程度、当事者種別（1当、2当）、当事者年齢（1当、2当）、車道幅員、信号機、道路形状、歩車道区分、路面状態、事故類型、発生時間、時間帯、発生路線種別の15項目であり、出力できる地域単位（分類数）は、行政区（16）、500mメッシュ（約1400）、250mメッシュ（約5300）、リンク（約11万）の4種類である。集計には、VBAのDictionaryオブジェクト⁷⁾を用いている。これはキーと対応するアイテムを登録できる機能である。集計の流れとしては、まず、各事故属性内の各項目をキーとして、アイテムに集計対象の場合0、対象外の場合1を辞書に入力する。そして各事故データの事故属性をキーとして、キーで取得されたアイテムの合計でその事故が集計対象かを判別でき、集計対象である事故については、発生地域と事故の内容がわかるコードをキーとして、事故数をアイテムで辞書を用いてカウントしていくことにより、集計が完了する。

4. 事故データベースを用いた分析

本章では、事故データベースを用いた分析として、事故多発箇所の特定とその中で未対策の箇所の特定を行う。今回は、過去3年間で、名古屋市内の幹線道路上で発生した追突事故（進行中追突、その他追突）の発生状況を確認し、その中で過去に対策が行われていない箇所の抽出を行う。集計する地域単位は、500mメッシュを用いる。発生状況を図-6に示す。なお、表示は事故が1件も発生しなかったメッシュを除いて、事故発生数が全体でワースト1、5、10%に入るかで色分けしている。また3年間の事故数が30件以上のメッシュで3年間の事故数が単調に減少もしくは増加（変化無含む）にあるかを示した枠と、2016～2019年度に幹線道路の交差点部において対策があったメッシュを点で示している。複数年度で対策があったメッシュは最新年度で表示を行っている。

図-6から、2016年度に対策した箇所に着目すると、隣接メッシュで事故減少の傾向がみられる箇所が2か所存在する。また2017～2019年度に対策した箇所に着目すると、その期間で事故が多いメッシュで対策が行われたことが確認できる。このように、本データベースを使用することで事故対策後の経年評価や、対策中の箇所の経過を確認するなど、様々な角度での評価検討が可能となる。

5. おわりに

本研究では、交通事故対策の効果検証や、事故多発箇

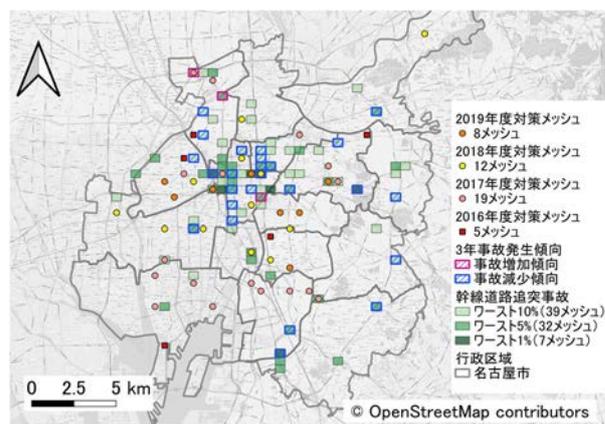


図-6 追突事故の発生分布

所の特定などを目的とした事故データベースの構築を行った。専門家のみならず道路管理者が事故対策立案時に簡単に使用できるレベルで構築を行い、汎用性の高いソフトウェアのみで処理が完結するように工夫した。現在は11年分の事故データを扱えるようにしているが今後も追加し利用できるように整備している。また、事故対策の効果検証や事故多発箇所の特定などの分析で得られた知見を地理情報のデータベースに蓄積していくことで、事故対策効果があった地域と似た特性を持つ地域の特定なども可能になると考えられる。

本研究の課題として、事故とリンクのマッチングの結果を定量的に評価する指標が無い点や、扱う地理情報が少ない点が挙げられる。今後は、これらを考慮して、地理情報の取得を容易にするシステムの開発を進める。

謝辞：本研究は名古屋市緑政土木局の受託研究により実施したものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 南部 繁樹,赤羽 弘和,高田 邦道：GISを用いた市レベルの交通事故分析手法, 国土と政策, 国土と政策(26), pp.33-42, 2007.
- 2) 山田晴利ほか：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, p.9, 2014.
- 3) 日本デジタル道路地図協会：DRM・DB3206BW3D版(2020年6月版)。
- 4) QGIS : <<https://qgis.org/ja/site/index.html>>, (入手 2021/6/8)。
- 5) OpenStreetMap : <<https://www.openstreetmap.org/>>, (入手 2021/6/8)。
- 6) 羽藤英二ほか：ネットワーク行動学, <<http://bin.t.u-tokyo.ac.jp/kaken/>> (入手 2021/6/8)。
- 7) Microsoft : Dictionary オブジェクト, <<https://docs.microsoft.com/ja-jp/office/vba/language/reference/user-interface-help/dictionary-object>>, (入手 2021/6/8)