

特集

事故オープンデータの利活用に向けた地理情報システムにおける可視化手法に関する検討



2020年12月の豊田市交通安全街頭活動の様子(拳母町1丁目交差点) 撮影:楊

巻頭言

コロナ禍の環境下で交通 難題を紐解くヒントを考える

(公財)豊田都市交通研究所(TTRI)
研究部・部長兼主幹研究員
安藤 良輔

Covid-19は世界的に猛威を振るってもう1年が経過した。当研究所は都市と交通を研究対象としていることから、昨年8月に国内外の動向をレビューして、9月に豊田市はじめ日本国内の交通における影響分析を念頭にいた調査を実施して、豊田市の実態を踏まえて10月に第1弾となる関連の政策提言を行った。その中で、公共交通システムを維持する重要性や高齢者はじめとする人々の健康を意識した外出の重要性等を踏まえた交通対策並びに都市づくりにおける公共空間のあり方等を提示した。

しかし、その中で、大変複雑な2つの論

点に触れなかった。その一つは、「人の移動は基本的な人権の一つであって、禁じることは人を牢屋に入れるようなものであってはいけない。」もう一つは、「感染症は人が人との接触で移すもので、交通行動そのものはウィルスを伝播しているのだから、止めるべきである。」いずれの論点も社会における基本的なあり方に関わるものである一方、両者は相反矛盾であって、どちらかを強調すぎると、極端に見えてしまう。わが日本では、「経済との両立」を掲げて世界的に認知された「自粛」という言葉で表すような前者よりの中間の道を選んでいると言っていると思う。しかし、世界に目を向けると、トランプ政権下の米国がまさに前者の代表格で国レベルでは実行されていた。後者については中国がその代表格で全面的に展開されている。日本と同じ民主国家のヨーロッパ諸国では、初期では前者に立脚した方針を、感染の広がりを見て後者による統制へシフトしたように見える。

ここで、あえてこのことを挙げているのは、

現時点でその是非を論じるつもりはない。が、Covid-19に伴う政策検討やそう遠くない将来に関連する政策の評価を行う際、忘れてはいけない視点として記しておく。また、両極端の見方ではなく中庸による政策における適切な選択とは何かを常に意識していきたい。特に、両者を映す具体的な課題で、我が国にとって交通課題の一つとも言える交通におけるプライバシー・ポリシーに関しては、このCovid-19の環境下で各国の選択の結果から見えてくる交通のビッグデータの取得・利用に関する方向性を注視している。我が国では、国際往來をより行いやすくするビジネス・トラックにおいて、関係者を追跡していないものの、GPSによる行動を記録することを要求している。また、その記録を受け入れ機関の「誓約書」で保証させている。ここに、この難題を有効に解決するヒントが見え隠れているように思う。これからの運用や社会的評価等に注目して、今後の交通政策や自動運転等新しい交通課題の検討に繋がっていくことを期待する。

お知らせ

「まちべん」に参加しませんか

※詳細はWEBに掲載中
(<https://www.ttri.or.jp/machiben/>)

<今後の予定>

- 日時:2021年4月21日(水)、5月19日(水) いずれも18:00~19:00
- 会場:「豊田都市交通研究所」(豊田市元城町3-17元城庁舎西棟4F)



事故オープンデータの利活用に向けた地理情報システムにおける可視化手法に関する検討

研究部主任研究員 楊 甲

はじめに

(1) 事故原票データのオープン化

皆様は事故原票データのをご存じでしょうか。事故原票データとは、交通事故が発生した時に、警察が事故現場で事故の原因について、関与者に対する聞き取りの結果を記録するとともに、交通事故の発生時間、発生箇所、関与者の運転車種等に関する情報を収集したものです。交通事故対策を検討するため、事故原票データに基づいた分析は有用です。近年、交通事故件数の低減に向けた取組の一環として、警察庁は平成31年における日本全国の事故原票データをオープンしています(警察庁, 2020)。また、事故原票データのオープン化が進められており、一部の都道府県は既に交通事故の原票データをオープン化しています。これによって、交通事故の多発箇所や関与者特性(年齢層・運転車種等)を考慮した事故特性への分析は可能となります。

(2) 事故原票データの活用に関する

当研究所の取組

当研究所は長期間にわたって、豊田市役所地域振興部交通安全防犯課を通じて、愛知県警から豊田市内で発生した交通事故の原票データを頂戴し、委託業務内容として、小学校区別の交通事故マップの作成や「とよたの交通事故」冊子の編集に活用しています。また、このような貴重なデータをさらに活用することを念頭に置き、ゾーン30(30キロ速度規制が設定された区域)整備エリアの選定方法、非高齢者

と比較した高齢者の事故特性分析に関する自主研究を進めてきました。その成果は、国内外の学会にて論文発表(例えば、交通工学研究会研究発表会、米国交通運輸調査研究会の年次大会(以下、TRB年次大会と称する))やジャーナルにて査読付論文の公表(例えば、Asian Transport Studies、Journal of Advanced Transportation)ができるようになりました。また、既に公開された福岡県の事故原票データを活用し、運転車種を考慮した交通事故による負傷程度分析に関する研究をTRB年次大会にて査読付研究論文の発表を行いました(Yang et al., 2020)。

(3) 本研究の問題意識及び目的

上記のTRB年次大会にて発表した2編の論文は筆者が主担当した自主研究による成果ですが、交通事故分析に関わる研究者を対象とした学術的な研究成果であり、やや分かりにくいかもしれません。しかし、事故原票データのオープン化が進められている中、このような貴重なデータを活用していき、交通事故のさらなる削減を目指していかねばいけないと考えています。そこで、本稿では、当研究所の既存研究による成果を整理しながら、オープン化した事故原票データの利活用を検討することを目的としています。特に、事故原票データから把握できる位置情報の活用方法について着眼しています。

分析用事故データの概要

本研究では、事故オープンデータの利活用に向けて、既に公開されている福岡県

全域の事故原票データを用いた分析を実施しています。その理由は次の通りです。

まず、交通事故マップを作成する時、活用した内容は事故内容(死亡、負傷)、事故類型(人対車両、車両相互、車両単独等)や位置情報(緯度・経度)です。福岡県の事故原票データから、これらの情報を把握することは可能となり、交通事故マップの作成にも問題が無いと考えられます。また、警察庁が公開している事故データと比較して、福岡県が公開した事故データの期間は3年間であり、事故発生箇所の年間変化を分析することも可能です。

なお、本研究で用いる事故原票データは、交通事故に関する様々な属性が記載されていますが、事故類型についての詳細分類が記録されていない点には留意する必要があります(例えば、車両相互事故は分かりませんが、追突事故なのか、出会い頭事故なのか分かりません)。

事故原票データの活用方法に関する検討

福岡県の交通事故オープンデータを用いて、本研究は以下の二つの活用方法を検討しています。

1点目は、分かりやすく、導入コストが安価な交通事故のオンラインマップの作成です。交通事故対策を検討するためには、交通安全マップの作成は有用です。既存事例をみると、一部の都道府県の警察本部は交通事故オンラインマップを導入していますが、都道府県によって、構築したオンラインマップも異なり、統一されたフォーマットが存在していません。また、一部の都道府県の警察本部が構築しているも

のには、有料版のオンラインマップのダッシュボードを用いたものが多く、導入コストが安いとは言えません。本研究は当研究所で実施した受託研究である豊田市の小学校区別事故発生マップを参考しつつ、OpenLayers言語を用いて、導入コストが安価かつ分かりやすい交通事故オンラインマップを構築しています。OpenLayers言語で構築したオンラインマップは、拡張性が優れており、様々なニーズに対応することが可能となります。

2点目は、運転車種を考慮した交通事故の空間的分布に関する分析です。運転車種別の交通事故件数の削減に向けた方策を講じるためには、まずは交通事故がどこで発生したかを把握することは極めて重要です。特に、最近の社会問題としての高齢運転者の事故特徴について、非高齢者と比較して、軽貨物車の事故が多く、貨物車の事故が少ないとの研究報告があります。一方で、これらの違いについて地理的要因(人口分布、土地利用等)に着眼し、運転車種別の事故件数に及ぼす影響は不明瞭です。この点について、本研究はオープン化した事故原票データを用いた

分析を試みています。

検討結果

前節で報告した1点目の活用方法の検討結果を【図1】に例示します。構築した交通事故オンラインマップはブラウザで可視化するツールとして、ローカルで地理情報システム(GISシステム)の導入が不要です。また、導入コストとしては、インターネットサービスを提供している事業者のサーバー利用料金だけで、かなり安価です。ここで示した交通事故オンラインマップは発生年別(2016、2017、2018)事故内容別(死亡、負傷)事故類型別(車両相互、人対車両、車両単独、列車)の事故箇所を示すことは可能です。また、市区町村の境界線も示されており、どの地域で起きた事故なのかを簡単に特定することができます。さらに、交通事故発生年の絞込みにより、事故発生箇所の年間変化を捉えることも可能です。

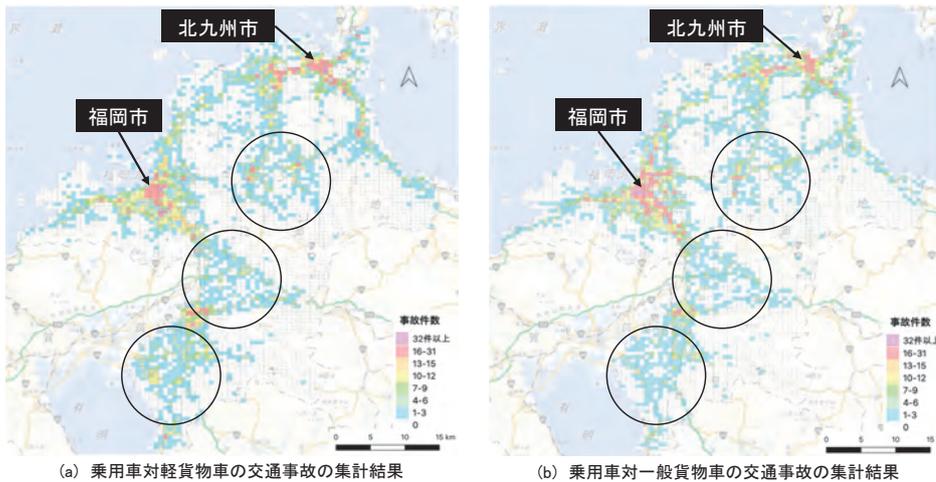
前節で説明した2点目の活用方法に関する検討結果を【図2】に例示します。なお、【図2】に示しているのは、乗用車対軽貨物

車や乗用車対一般貨物車それぞれの交通事故の空間的分布の結果です。事故件数の集計単位は第3次地域メッシュ(1kmメッシュ相当)です。これによって、一般貨物車と比較して、軽貨物車の事故が若干広く分布していることが分かります。これは、一般貨物車と比較して、軽貨物車は輸送業界だけでなく、様々な場面で利用されていることを反映していると考えられます。

交通事故件数に影響を及ぼす地理的な要因を把握するため、【図2】に示したものをもとに人口統計、道路交通、土地利用等の基礎データを第3次地域メッシュで整理しました。他の説明変数と高い相関を持つ説明変数を除外した上で、ゼロ過剰負の二項回帰分析モデルを用いた分析を行いました。そのうち、道路が整備されていないメッシュ及び分析用途地域を含めないメッシュを除外した結果、分析対象メッシュ数は1,371となりました。推定結果を【表1】に示しています。その結果、いずれの推定結果においても、バス停や高速道路インターチェンジまでの距離、住居地域や近隣商業地域面積はマイナスに有意であり、一方、人口はプラスに有意であることが分かり



図1 / 構築している交通事故オンラインマップのインターフェース(背景地図:地理院タイル)



(a) 乗用車対軽貨物車の交通事故の集計結果
 (b) 乗用車対一般貨物車の交通事故の集計結果
 図2/運転車種を考慮した交通事故の空間的分布(背景地図:地理院タイル)

ました。低層住居専用地域面積は乗用車対軽貨物車の事故件数に対して有意であることや、商業地域や準工業地域面積、高齢者割合は乗用車対一般貨物車の事故件数に対して有意であることもわかりました。

おわりに

本研究では、オープン化した事故原票データの利活用に向けて、OpenLayers言語を用いた分かりやすかつ導入コストが安価なオンライン事故マップを作成しま

した。また、事故原票の位置情報を活用し、乗用車対軽貨物車や乗用車対一般貨物車それぞれの空間的分布を把握し、事故件数に影響を及ぼす地理的な要因を把握しました。

今後の方向性としては、2点が挙げられます。第一に、ここで示した交通事故のオンラインマップはわかりやすいですが、機能としては、事故内容・事故類型等を絞り込むことができない点があります。これらのような機能を備える交通事故オンラインマップの構築方法を引き続き検討していきます。第二に、運転車種別の事故件数の空間的

分布を把握しましたが、その結果をどのように活用できるかはまだ検討していないため、今後はその活用方法も検討していきます。

【謝辞】

本研究で用いた交通事故データは福岡県のオープンデータポータルサイトからダウンロードしたものです。また、地理情報データは国土数値情報ダウンロードサービスから入手したものです。そして、運転車種を考慮した交通事故の空間的分布に関する分析は名古屋大学の三輪富生先生・施展華氏との共同研究成果です。ここで、感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 警察庁HP, 交通事故統計情報のオープンデータ. URL: https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/opendata/index_opendata.html. (最終閲覧: 2020年12月28日)
- 2) Yang, J., Ren, P., Ando, R. Examining Drivers' Injury Severity of Two-Vehicle Crashes between Passenger Cars and Light Motor Trucks. Presented at the Transportation Research Board (TRB) 99th Annual Meeting, 12 pages, 2020.

説明変数(単位)	乗用車対軽貨物車 (N=1,371)			乗用車対一般貨物車 (N=1,371)		
	推定値	Pr (> z)	判定	推定値	Pr (> z)	判定
計数モデル(負の二項分布モデル)						
定数項	1.937	0.000	***	2.093	0.000	***
駅までの距離(km)	-0.021	0.675		0.021	0.710	
バス停までの距離(km)	-0.322	0.007	**	-0.330	0.012	*
小学校までの距離(km)	-0.001	0.894		-0.004	0.747	
高速道路インターチェンジまでの距離(km)	-0.041	0.000	***	-0.049	0.000	***
低層住居専用地域面積(km ²)	-0.612	0.041	*	-0.407	0.192	
中高層住居専用地域面積(km ²)	-0.056	0.890		-0.355	0.420	
住居地域面積(km ²)	-0.815	0.005	**	-0.903	0.003	**
近隣商業地域面積(km ²)	-4.525	0.001	***	-4.401	0.001	***
商業地域面積(km ²)	-0.772	0.109		-2.150	0.000	***
準工業地域面積(km ²)	0.602	0.082		0.877	0.016	*
工業地域面積(km ²)	0.162	0.652		0.441	0.263	
人口(千人)	0.056	0.000	***	0.075	0.000	***
高齢者(65歳以上)の割合(-)	-0.512	0.258		-1.539	0.001	**
ゼロ過剰モデル						
定数項	-0.009	0.959		0.239	0.183	
道路密度(km/km ²)	-0.086	0.000	***	-0.114	0.000	***
対数尤度	-2937			-2835		

***: 0.1%有意, **: 1%有意, *: 5%有意. 赤文字:両方“-”有意, 青文字:両方“+”有意, 紫文字:片方“+”又は“-”有意.

表1/ゼロ過剰負の二項回帰分析モデルの推定結果

豊田市の公共交通乗り放題体験に伴う 交通行動の変化に関する研究

前研究部主任研究員 石井 真

近年、電車・バス・タクシー・カーシェアリングなどの公共交通を含めた様々な交通サービスのルート検索・予約・決済機能を統合したサービスが事業展開されています。このようなサービスはMaaS (Mobility-as-a-Service)と呼ばれており、一部では月額定額制で一定範囲乗り放題のサービスも開始されています(図1参照)。

当研究所でMaaSに関して豊田市民を対象としたアンケート調査を実施したところ、月額8,000円の場合、約16%の豊田市民が「とても利用したい」と回答し、一定の需要あることが確認できました(図2参照)。

この結果から、豊田市においても持続可能な交通の仕組みとして定額制MaaSが機能する可能性があると考え、豊田市におけるMaaSの有効性や課題を検証するため、7名の調査モニターに実際に豊田市内を公共交通乗り放題で移動する体験をしてもらう実証実験を実施しました。具体的には、2万円チャージした交通系ICカード

を配布し、2020年9月の1か月間、豊田市内のバス・電車・カーシェアリング(Ha:mo)の乗り放題の体験をしてもらいました(回数限定でタクシーも利用可)。調査モニターの交通行動調査や事後アンケート調査、インタビュー調査により、豊田市での公共交通乗り放題の有効性や課題を検討しました。

公共交通乗り放題の実証実験終了後の調査の結果、豊田市で公共交通乗り放題を体験した上で、調査モニターが便利だと感じた点として、「乗車回数を気にせず利用できる」ことが共通して挙げられました。また、公共交通利用が大きく増加したモニターについては、自宅から駅までが近く、通勤で利用していることや、雨の日や買い物など必要に応じてタクシーを使っている点も共通しています。

一方、調査モニターが不便だと感じた点として、電車・バスの本数が少なく、待ち時間があることや、目的地まで乗り換えが必

要で時間がかかることなどが挙げられました。

調査結果をふまえると、公共交通乗り放題の利便性を享受するためには以下のような条件が必要だと考えられます。

- ① 自宅から最寄り駅まで近い(10分以内程度)
- ② 通勤で日常的に利用する
- ③ 目的地まで乗り換えがない

これらを踏まえると、駅周辺の住民で、職場まで電車やバスで通える層を公共交通乗り放題のターゲットにすべきであると考えます。電車もバスも豊田市駅・新豊田駅から乗れば、乗り換え不要の場合も多いことから、特に豊田市駅周辺の住民が望ましいのではないかと考えます。また、今回の実験ではコロナ禍の影響で、プライベートでの移動は増えなかったのですが、最寄り駅まで徒歩10分程度であれば、プライベートでの移動にも乗り放題定額制を活用しやすいと考えられます。

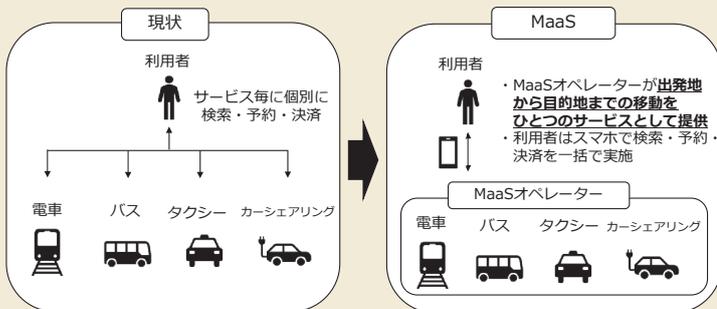


図1 / MaaSのイメージ

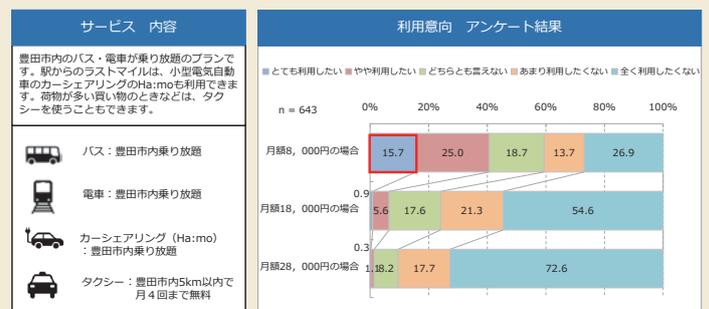


図2 / 豊田市民のMaaS利用意向

コラム 四季折々

意外な贈り物

企画管理部 主査 藤岡 倫生

先日、我が家に大きな荷物が届きました。クリスマスに合わせて注文していた子供たちへのプレゼントかと思いきや、中身はランドセルでした。6月に注文したランドセルが、今になって届いたのです。すっかり忘れていました。

ランドセルを選びに行ったときのことです。ショールームには高機能で色とりどりの商品が多数ありました。赤と黒のランドセルがほとんどだった私たちの時代とは違うということは分かっていましたが、それでも、たくさんのランドセルを目の当たりにすると圧倒されました。選ぶのも一苦勞です。実際に使うのは娘なので、「好きな選んでいいよ」と言ったところ、「エメラルドグリーンのランドセルがいい!」と言ってきました。エメラルドグリーンがどの様な色か、パッと頭に浮かんできませんでしたが、冷静に考えた後、必死で抵抗しました…。



研究員報告

シミュレーションを用いた 非線形計画モデルによる 信号最適化の検証

研究部主任研究員 穆蕊

信号交差点は、道路が交差する地点における交通流を制御することで、交通の安全と円滑化を実現しています。一見すると、赤、青、黄色の灯火が交替で点灯することにより道路交通を制御する単純な装置がありますが、その制御の最適化という問題はかなり奥が深いです¹⁾。

英国道路研究所(1996年から交通研究所)のWebster²⁾が1957年に、現在に

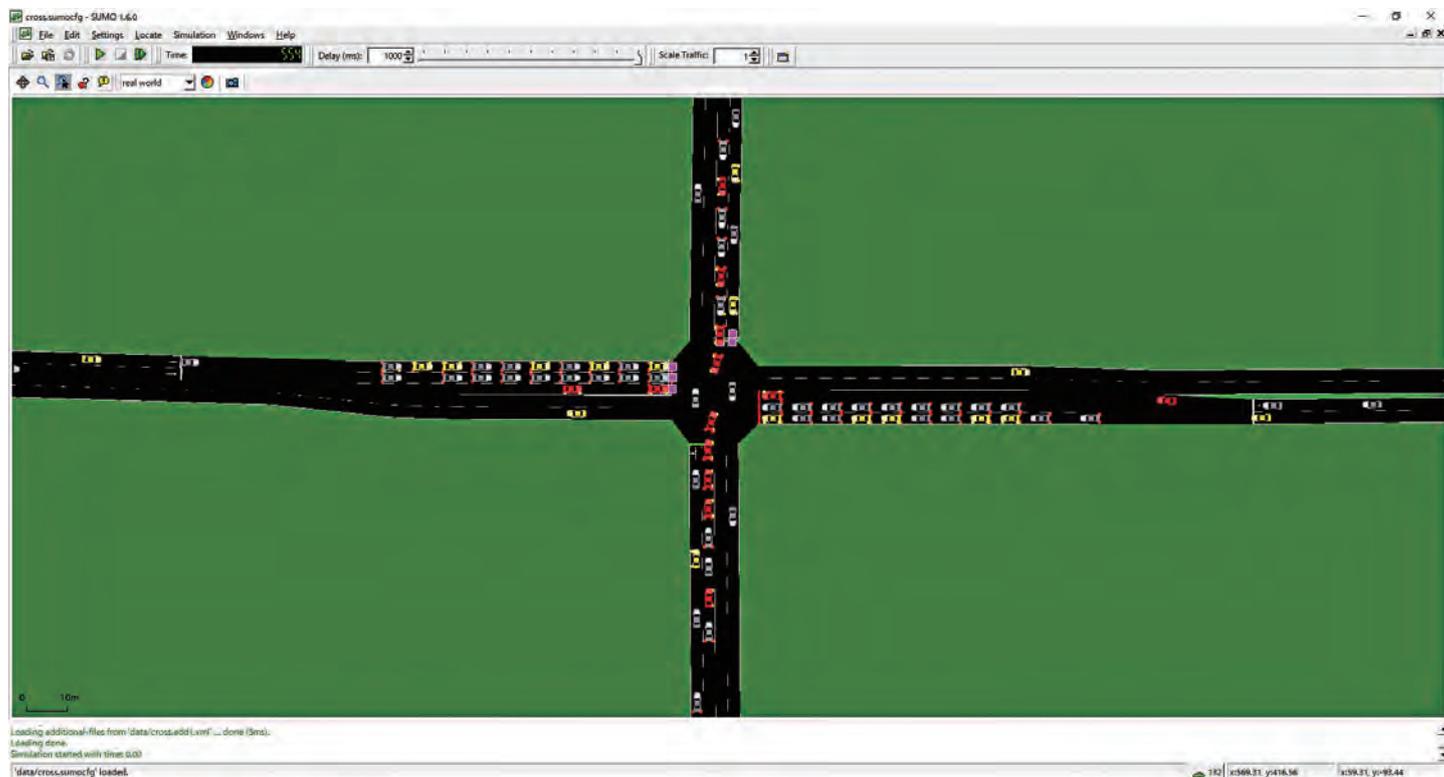
おいて世界の広範囲で採用されている平均遅延最小化を目指す信号制御設計方法を提案しました³⁾⁴⁾。この方式は日本でも採用されています⁵⁾。

本研究は、上述の伝統的な信号制御設計方法であるサイクル長を基本とする考え方や遅延時間の計算方法などを参考としながら、平均遅延時間最小化を目指し、交差点に流入する全ての交通需要を処理できることなどを制約条件とした非線形計画モデルを構築しました。構築した非線形計画モデルを検証するために、オープンソースの交通シミュレーションツールSUMOを用いて、単独平面十字交差点を対象として想定した幾つかの交通需要シナリオのマイクロ交通シミュレーションを行いました。シミュレーション時間、平均遅延時間、遅延時間の変動係数の3つの指標の変化率を計算した上で、伝統的な信号制御設計方法と本研究で開発した方法を適用した場合の結果を比較しました。構築した非線形モデルは、単独交差点のサービス水準を向上させると言えます。特に、交通需

要が多い場合においてその効果は顕著です。

今回構築した非線形計画モデルの解は、小数点を持つ数値で表現されています。ただし、信号サイクル時間と各信号の時間は実際には整数値で設定されていますから、今後は整数の解を解ける方法を探究します。また、構築した非線形計画モデルを用いて、リアルタイム情報に基づいた信号制御システム最適化に関する研究を継続します。

- 1) 越 正毅, 交通工学通論, 技術書院, 1989.
- 2) Webster, F.V.: Traffic signal settings. Road Research Technical Paper No.39. Department of Scientific and Industrial Research. London, England, 1957.
- 3) Akcelik, R.: Traffic signals: capacity and timing analysis. Australian Road Research Board. Research Report ARR No.123 (7th reprint), 1998.
- 4) アメリカ交通輸送調査委員会: "Highway Capacity Manual 2010", Transportation Research Board Publications, 2010.
- 5) 交通工学研究会: "平面交差の計画と設計 基礎編 計画・設計・交通信号制御の手引", 丸善, 2018.



写真/シミュレーションの画面