

MASを用いた踏切道における交通渋滞モデルの構築と改善策の検討

小峯 玲奈 (指導教員：浅本 紀子)

1 はじめに

交通渋滞は様々な問題に影響を与えている。それは不快な気分になったりイライラしたりする感情的な問題に留まらない。まず始めに、経済的な損失が挙げられる。国土交通省の調査によると、全国で1年間に発生する渋滞損失は約33.1億時間、貨幣価値で約10兆にも上るとされている。[1] また、自動車によるCO₂排出量など環境への悪影響も考えられる。

本研究では踏切を原因とする渋滞に着目し、マルチエージェントシミュレーション(以下MAS)を用いて交通渋滞モデルを構築し渋滞問題の改善策を検討する。

2 対象地域の設定

2.1 踏切道について

踏切道とは、鉄道と道路法による道路とが交差している場所のことである。対象地域を設定するにあたり、国土交通省による課題となる踏切道の基準を用いた。本研究では令和3年9月末に発表された緊急に対策の検討が必要な踏切[2]の中から、以下の2つのどちらにも該当する踏切を対象とした。

- ・開かずの踏切 ピーク時間の遮断時間が1時間あたり40分以上の踏切
- ・自動車ボトルネック踏切 1日の踏切自動車交通遮断量が5万以上である踏切

2.2 代田橋6号踏切

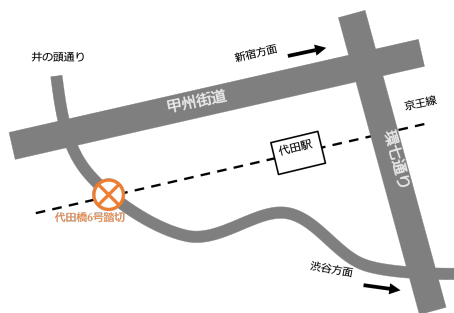


図1: 代田橋6号踏切周辺イメージ図

本研究では特に深刻な問題となっている京王線上の代田橋6号踏切と特例都道赤坂杉並線(413号)が交差する地点を中心とした範囲でシミュレーションを行う。この踏切は井の頭通り上にあり、さらに付近には甲州街道と環七通りの2本の主要道路が走っている。(図1) また、周囲の道路に比べると比較的広い道路であることから抜け道として利用する自動車も多く、特に自動車の交通量が多い踏切となっている。

3 モデルの実装

3.1 MASについて

MASとは、複数のエージェントに対して同時進行的に各々のルールのもと相互的作用を受けながら実行さ

せるシミュレーション手法である。本研究ではプラットフォームとしてartisoicを使用してモデルの実装を行う。artisoicは動的シミュレーションであり、数値的な結果だけでなく視覚的な結果を可視化しやすいため本研究に適していると判断した。

3.2 本モデルの空間

国土地理院の航空写真を背景画像として読み込み、地図上に道路を定義した空間が図2である。横320m×縦180mの区域の航空写真を利用し、artisoic上の空間の大きさは160×90と設定した。したがって、artisoic上の1マスは実測値で2mとする。また本研究では1ステップを1秒とした。

3.3 Point エージェントと Link エージェント

artisoicの描画ツールを用いて自動車が走行する経路を定義した。本モデルでは、上り車線と下り車線の道路に対してそれぞれPointエージェントを20個、Linkエージェントを19個定義した。



図2: 代田橋6号踏切の航空写真(赤い点がPointエージェント・緑の線がLinkエージェントを表す)

3.4 踏切エージェント

上り車線と下り車線の道路にそれぞれ1ヶ所ずつ踏切エージェントを定義した。踏切の遮断時間は150秒・開放時間は30秒を繰り返す動きをベースとする。

3.5 自動車エージェント

東京都建設局のデータなどを参考に、自動車エージェントは1時間あたり上り車線で549台、下り車線で217台、総数として766台発生させるよう定義した。[3]

また、自動車エージェントは最高速度、速度、加速の3つの速度に関する値を持っている。これらの値は以下の範囲内でランダムな値を初期値にとる。

最高速度	30km/h ~ 60km/h
速度	10km/h ~ 40km/h
加速	2km/h ~ 4km/h

次に自動車エージェントの行動ルールについて説明

する。各自動車エージェントは毎ステップ以下のルールに従って自身の速度を変更する。

- 1). 周囲 16m 以内にいる車の中で前方車を設定し、車間距離に距離に応じて速度を決める
- 2). 周囲 4m 以内にある踏切の中で、その踏切の状態と距離に応じて速度を決める
- 3). 1, 2 で決定した値のうち小さい方を新たな速度として更新する

3.6 シミュレーション結果

本研究では 1 回のシミュレーションを 3600 ステップすなわち 1 時間とし、50 回実行した。空間内の道路を走り切った車の台数を交通量とし 50 回実行したところ、平均は次のようになった。

上り車線	下り車線	交通量総数
152.46	153.1	305.56

以上の結果から、1 時間で発生させた車のうち約 60 % の車が道路を走り切れなかった。実行すると、自動車エージェントが次第に渋滞を作り出し、多くの自動車が停止または低速走行している様子を確認できた。

4 各種改善策の検討

4.1 改善策について

開かずの踏切は危険性が非常に高いにも関わらず、対策の進みが遅い。これは現在の主な改善策が、莫大な時間と事業費が掛かる高架化などの踏切を撤去するという抜本的な対策だからである。確実に渋滞の解消が見込める反面、工事を行える踏切は限られてしまう。

そこで、先程のモデルを基に次の 3 つの改善策について検討を行った。

策 1: 高架化

根本的に踏切自体を撤去してしまう方法

策 2: 2 車線化

片道 1 車線の道路を 2 車線に増幅する方法

策 3: 賢い踏切

特急・急行と各駅停車の列車種別に応じて警報の開始地点を変え無駄な待ち時間を解消するシステム

4.2 シミュレーション結果と考察

それぞれのモデルの結果が図 3 である。結果の評価指数は、空間内の道路を走り切った車の台数(上図)と走り切るまでの時間(下図)の 2 つを用いるとする。

図 3 の結果から、いずれの策も平均交通量と通過時間の両面で改善をすることができた。

最も効果的であったのは、高架化である。平均交通量は総数で 456 台増加した。しかし、元々交通量が多くない道路に対しては他の策と同程度の効果であるため工事期間や費用を考えると最も効率的とは言えない。したがって、交通量がとても多く渋滞による様々な問題が発生している地域においては積極的に取り入れるべきだと考えられる。

次に効果的であったのは、2 車線化である。平均交通量は総数で 216 台増加した。通過時間の範囲や平均値も改善前より小さくなっており踏切渋滞の対策として十分に有効であると考えられる。従って、費用や工事期間を考慮したとき最も効果的な策であると言える。

賢い踏切については、平均交通量は総数で 91 台増加した。一方で、通過時間の範囲が大きくなっている。これは列車種別によって踏切の遮断時間が変わるため各自動車の待ち時間にもばらつきが出たと考えられる。したがって、各駅停車の割合が多い駅付近の踏切には有効な策であると言える。

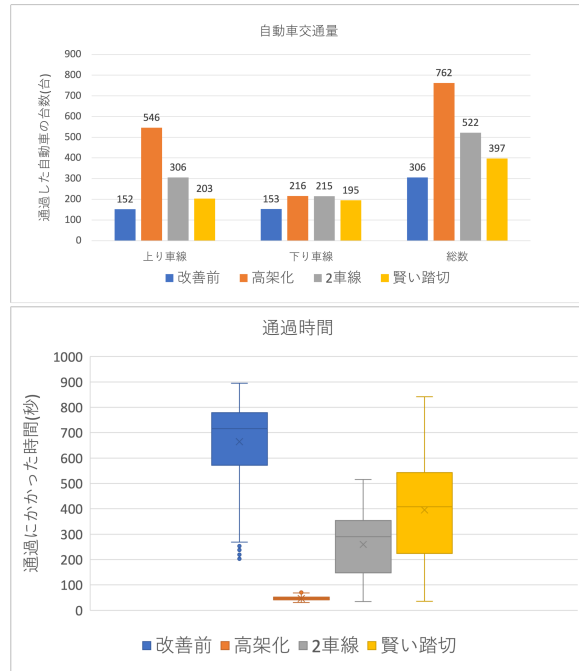


図 3: 交通量と通過時間の比較

5 今後の課題

本研究では、踏切による交通渋滞モデルを実装し各種改善策の検討を行なった。検討の結果、それぞれの策がどのような踏切道に適しているのかを明らかにした。今後は GIS データを用いて主要な道路だけでなく周辺の道路や施設の影響も考慮した広範囲のシミュレーションをしたいと考えている。また、他の踏切道においても用いることができる汎用性の高いモデルの構築を行なっていきたい。

参考文献

- [1] 国土交通省: "平成 19 年度国土交通白書": <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/pdf/jp120000.pdf>.
- [2] 国土交通省関東地方整備局: "踏切道の改良促進について": <https://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/index00000027.html>.
- [3] 東京都建設局: 平成 27 年度道路交通センサス一般交通量調査結果: <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyō/road/information/sensasu/sensasu.html>.