

1. はじめに

山形新幹線は、在来線の軌道を併用し新幹線を直通運転させる新在直通化により開業した。しかし、その新幹線と生活道路とが平面交差する踏切部で、横断者が日々危険な状況にさらされている。現地調査から、この状況の発生要因として、踏切構造の問題（踏切道幅員が狭小、歩道が無い、滞留スペースの不足等）があると把握した。横断者の安全を最優先し、一刻でも早く何らかの改善対策を講じる必要があるが、沿線自治体の財政難により踏切道の改善対策が行われにくい状況にある。さらには、効果的な改善対策を検討する手法が無いという問題もある。

そこで、本研究では上記の状況をふまえ、低コストで踏切部の安全性を高める方策を検討し、その効果を予測することを目的とする。本研究では、コンフリクト領域（衝突の可能性のある制動領域）が干渉し合う状況のいくつかに事故が発生するという階層構造を基に、コンフリクト領域の干渉具合を把握し危険度判定を行う。また、踏切改善後の踏切道内における各主体（車両や歩行者）の挙動を再現するため、各主体にルールを持たせ挙動再現ができる、マルチエージェントシミュレーション（以下 MAS）を使用する。分析対象は、肴町踏切（山形駅～北山形駅間）とする。

2. 踏切改善シミュレーションについて

本研究の目的である踏切改善シミュレーション構築の全体フレームを図 1 に示す。では、踏切空間のデータ、挙動データ、行動ルールの取得を行う。次にでは、MAS のプログラミングによりシミュレーションを作成する。作成の段階として、初めに現状の踏切道内における各主体の挙動再現を可能にする。のデータやルール、発生台数などを実データや乱数などでプログラムに導入することで、ビデオ画像と同等の挙動再現を目指す。次に、実証実験等から各主体の相対速度や距離等に対応した制動距離・回避挙動を計測

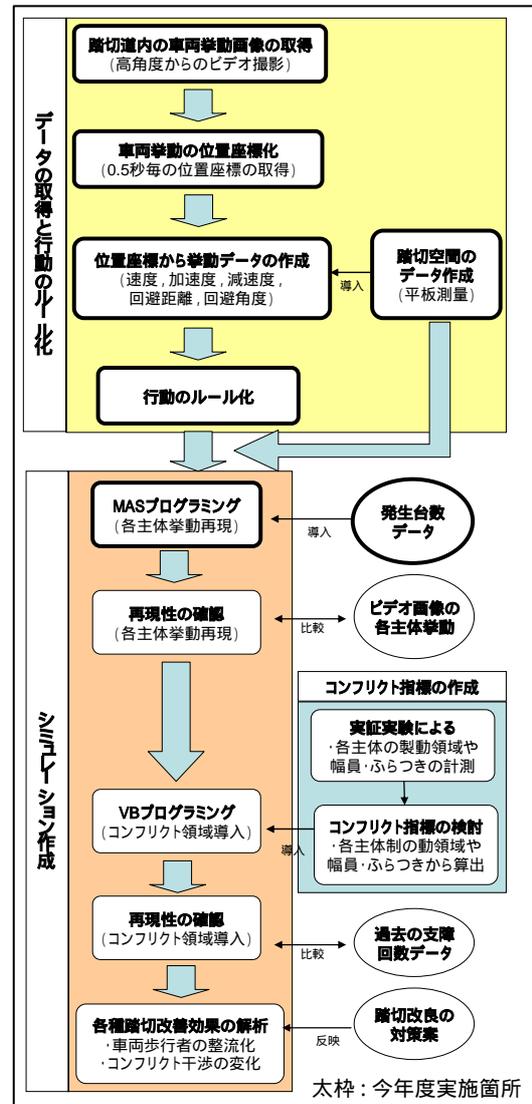


図 1 踏切改善シミュレーションの全体フレーム

し、コンフリクト指標を作成する。これを元にコンフリクト領域をプログラムに導入し、コンフリクト領域の干渉具合をシミュレーションする。このシミュレーションを十年間分繰り返すことで、コンフリクト領域の干渉回数をカウントし、過去の踏切支障回数データとの相関をみることで再現性を確認する。完成したシミュレーションに踏切改良の対策案を反映させ、現状シミュレーション結果との車両・歩行者の整流化やコンフリクト領域干渉具合の変化を比較し改善効果を解析する。今年度実施内容について次頁に詳細を記す。

3. データ取得と行動のルール化

平板測量により着町踏切の空間データを取得する。それと同時に高所作業車により高角度から横断者のビデオ画像を取得する。このビデオ画像から画像計測ソフトにより横断者を位置座標化し、各主体別に経過時間毎の速度変移グラフを作成する。このグラフから最高速度、平均加速度・減速度の挙動データを取得する。

さらに、ビデオ画像から各主体の行動観察を行い、プログラムに代入する行動ルール化を行う。通常時は目的方向に進行する。進行方向に障害を検知した場合は、周囲の空きスペースに回避行動をとることを確認した。周囲に空きスペースが無い場合は、その場に停止する。この一通りの行動を繰り返して、各主体は踏切道を横断している。これを行動アルゴリズムとして図2に示す。

4. MASプログラミング(各主体挙動再現)の作成

4.1 シミュレーション設定

MASは、各主体をエージェントとして主体ごとの行動ルールだけを設定して、シミュレーション上で自発的に行動させる。ルールは、行動アルゴリズムを基本とするが、各主体の大きさや最高速度、加速度、減速度は、昨年度データを暫定値として設定する(表1)。加えて、朝田・大佛らの研究(2000)による、「回避行動を開始する瞬間の相対距離(=限界距離)」×「すれ違う際に回避する相手との間に保つ水平距離(=すれ違い距離)」を、障害検知範囲(表1)とする考えを参考にして、_CollectAround関数を使い、範囲内の他エージェントを検知する設定とする。この設定により踏切道内の各主体の挙動再現シミュレーションを作成する。画面上セルの1マスは、0.5m×0.5mとし、再生速度の1ステップは、現実の0.5秒とする。

4.2 シミュレーション結果

図3は、上記の設定で踏切道内における車と自転車の挙動をシミュレーションした結果の一部である。注目して見ると(0-15ステップ)図上から進行する下方向車と図下から進行する上方向車の相対距離が、限界距離に達した際、互いの車エージェントは、空いているセルに回避行動をとることが分かる(15-20ステップ)その後、回避を完了した車は、踏切道中央へと戻る。これらの回避行動を各所で確認することができ、全体として、踏切道内における錯綜状態を再現できた。

表1 各交通主体の設定(暫定値)

	車上	車下	自転車上	自転車下
発生台数(台/人)	1	2	7	3
最高速度(km/h)	10	10	10	10
加速度(km/h/s)	4	4	2	2
減速度(km/h/s)	5	5	2.5	2.5
全長(m)	4.5	4.5	1.5	1.5
幅(m)	2	2	0.5	0.5
限界距離(m)				
対車上	2	4	2	4
対車下	4	2	4	2
対自転車上	2	4	1	4
対自転車下	4	2	4	1
すれ違い距離(m)				
対車上	1	2	1	2
対車下	2	1	2	1
対自転車上	1	2	1	2
対自転車下	2	1	2	1
障害検知範囲 縦(+)m×横(+)m				
対車上	6.5×4	8.5×4	3.5×2.5	5.5×4.5
対車下	8.5×6	6.5×6	5.5×4.5	3.5×2.5
対自転車上	6.5×4	8.5×4	2.5×2.5	5.5×4.5
対自転車下	8.5×6	6.5×6	5.5×4.5	2.5×2.5

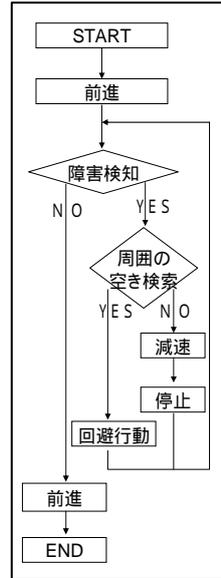


図2 行動アルゴリズム

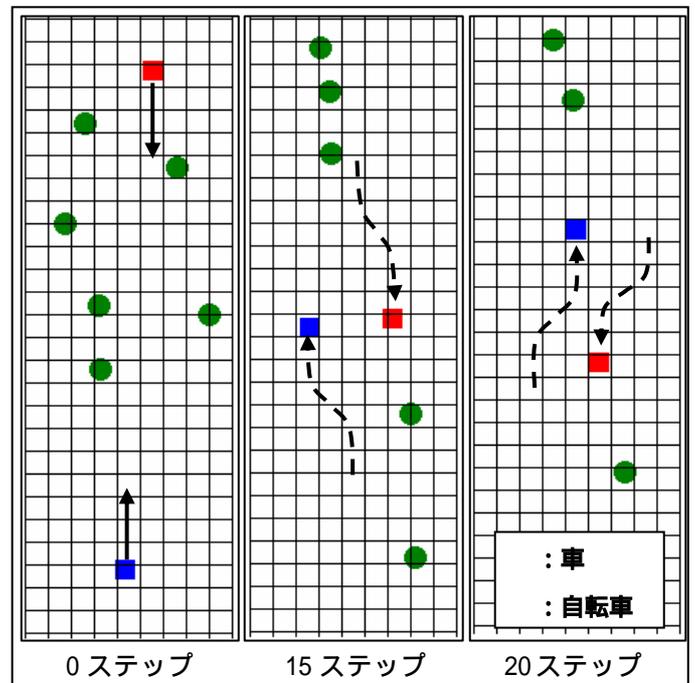


図3 MASによる回避行動のシミュレーション結果

5. まとめと今後の課題

今年度の研究で、MASを用いて踏切道内の錯綜状態をシミュレーションすることが可能になった。今後の課題として、再現性の確認をして入力データやプログラム設定の改良、シミュレーション(各主体挙動)の再現性を向上、コンフリクト領域からの危険度判定指標の作成、コンフリクト領域の干渉具合を再現可能なシミュレーション作成がある。そして、本システムを用いて踏切改善の効果的な方策を検討し、通行者が危険にさらされている現状を一刻でも早く改善できたらと考える。