

S7-1-2 ビデオ画像を用いた踏切道内の歩行者および車両の挙動分析

[土] ○岩倉成志・北野裕二 (芝浦工業大学)・岩井大輔 (帝国データバンク)

An analysis on pedestrian and vehicle behaviors at railway crossing using video image

Seiji IWAKURA, Yuji KITANO, Member (Shibaura Institute of Technology),
Daisuke IWAI, (Teikoku Databank)

Improvement of railway crossings is vital to carry out high speed driving of the existing railway and to increase operation stability and safety. This study aims to consider the possibilities of improving security and reliability for crossing at low cost. The behavioral rules of pedestrian, two-wheeler and vehicle in railway crossing were analyzed using video image data. From now on, we will gain an understanding of the effect of some improvement policies for crossing using a multi-agent simulation.

キーワード：踏切、新幹線、ビデオ画像、コンフリクト、マルチエージェントシミュレーション

Keyword: railway crossing, shinkansen, video image, conflict index, multi agent simulation

1. はじめに

新幹線の在来線への直通運転化に関する調査が国土交通省を中心に進められている。幹線鉄道の高速化による経済効果、観光地活性化が期待されているが、在来線を高速運転し、運行安定性と安全性を高めるためには、踏切の改良が不可欠である。本来は道路のアンダーパスやオーバーパスが実施されるべきであるが、新在直通化が期待される地方部では自動車交通量の少なさから踏切改良の費用対効果が低く、相当な数の踏切部が未改良のまま残されることが容易に想像できる。

本研究は低コストで踏切部の安全性を高める方策を検討し、車一台一台の挙動を再現する交通マイクロシミュレーションによって、その効果を予測することを目的とする。分析対象は山形新幹線とする。米沢－新庄間の踏切のうち、過去の踏切部の支障回数を調査し、支障回数の多い踏切から自動車および歩行者交通量、道路線形、踏切部周辺の土地利用等の項目で類型化する。ビデオで現地観測調査を実施し、人間の行動原理に照らしてミクロな視点で踏切道内での歩行者、二輪車、自動車の錯綜状況を分析する。将来は、このビデオ画像データを用いて、踏切道内の人間の避走行動ルールを明らかにし、マルチエージェントシミュレーションによって、挙動の再現と踏切対策の効果を定量的に把握していきたいと考えている。

2. 現地調査における踏切道の問題把握

2004年度の夏季から冬季にかけて米沢－新庄間にある87箇所の踏切のうち、表1に示す危険度の高い踏切道(過去の支障回数、交通量)の現地調査を行った。ここでの調査は人間のミスを誘発する可能性のある物理的

設備の発掘に重点をおいた。現地調査において得られた踏切道の問題を類型化すると次の6種類に分けられた。

A. 路面表示・舗装の摩滅 → ①②③④⑤⑦⑧⑨⑩、B. 踏切道に歩道がない(車道へのはみだし歩行) → ③⑤⑧⑩、C. 踏切遮断・一時停止時の車両滞留スペースの不足 → ⑤⑦⑧⑨、D. 見通し不良(軌道の線形、道路線形と周辺建物・設備) → ③④⑥、E. 踏切道内に段差がある(荷崩れ、落輪のおそれ) → ③⑤、F. 踏切道の幅員が狭小(落輪、接触、衝突) → ①③⑤⑧、G. 不適切な踏切鳴動時間 → 全箇所(ローカル線通過時に長い)

上記のうち、BやFのタイプは、踏切道内での自動車と自転車、歩行者の動線の錯綜を起こし、踏切道内での事故の主たる原因になる。Gのタイプは、信号システムが列車種別を特定できないため、最速の山形新幹線の通過位置に合わせて踏切鳴動を開始させており、走行速度が低いローカル線の場合は踏切通過までに長い時間を要する。⑧の踏切では、踏切手前に北山形駅があるため、4分もの鳴動時間となる場合がある。このように不必要に長い時間鳴動する踏切は、踏切遮断開始直前での無理

表1 現地調査箇所

踏切道名称	所在地	最寄り駅名
① 第2上新田	米沢市	JR 置賜駅
② 糠ノ目	米沢市	JR 高畠駅
③ 第1長井街道	南陽市	JR 赤湯駅
④ 宮の脇	上山市	JR かみのやま温泉
⑤ 旭町	上山市	JR かみのやま温泉
⑥ 弁天	上山市	JR 茂吉記念館前
⑦ 五日町	山形市	JR 山形駅
⑧ 肴町	山形市	JR 北山形駅
⑨ 宮町	山形市	JR 北山形駅
⑩ 並松	東根市	JR さくらんぼ東根

な進入や、遮断待機中のイライラの後の踏切進入など、事故が発生しやすい状況を誘発するものと考え。従来、踏切に関するデータは過去数年間の支障回数と踏切道内の諸元などのマクロなデータに基づいて、対策が検討されてきたが、もっとも散見されるBやFのタイプの踏切では、人間の認知能力や判断能力、運動能力に着目したミクロな分析を行うことが必要と考える。

なお、Dのタイプの踏切も軌道の線形改良が比較的小さいと考えられる在来線高速化事業では、見通しのきかない踏切が残存しやすく、事故の発生確率を高めるものと考えられる。

3. ビデオ画像調査

本研究では、デジタルビデオカメラを用いて、踏切道内の錯綜状態を観察して挙動データを取得し、踏切道の遮断が開放された直後の挙動に着目して各主体の錯綜している軌跡を分析する。ビデオ画像を撮影する際、高所作業車を使って、高角度から(地上高10m以上)撮影を行う。これは、主体間のオクルージョンの回避、座標変換処理の際の誤差の減少させるためである。

対象とした踏切は、高校生の通学路となっており、8:20頃をピークに錯綜が激しい、肴町踏切(JR山形～北山形駅間)とし、2004年11月5日、2005年11月7-9日に撮影を行った。

取得した画像から各主体における挙動の軌跡を抽出する。0.5秒間隔に分割した画像から各主体の位置座標を数値化し、歩行者および自動車、二輪車の各車両のビデオ座標系から測地座標系へと射影変換法を用いて変換した。

4. 歩行者および車両の挙動分析

肴町踏切道の錯綜状況を、写真1に示すようなビデオ画像から得られた図1に示す測地座標系の挙動データを用いて考察する。図1の各主体にはコンフリクト領域を表す矢印(ベクトルも示す)を加えた。コンフリクト領域は踏切を横断する際の図1右の通過速度をもとに表記している。この図は画像上にある各主体が、踏切に進入し通過する一秒おきの速度をグラフ化したものである。自動車・自転車の矢印の長さ設定は、各主体が概ね10km以下の徐行状態であることから2mとした(空走距離1m+停止距離1m)。歩行者は移動領域として1mに設定した。

自転車が踏切道内を支配している様子がわかる。自動車に先駆けて前方を通過し、群集化しながら大きな速度変化を起こさず通過している。しかし、コンフリクト領域の対峙や重なりがみられた。このようなコンフリクトチャートを連続して出力すると、各主体の挙動と踏切道のもつ構造上の欠点が容易に把握できる。また時間領域でコンフリクト領域の総面積を算出することで、踏切支障の確率との相関性を見ることも可能と考える。

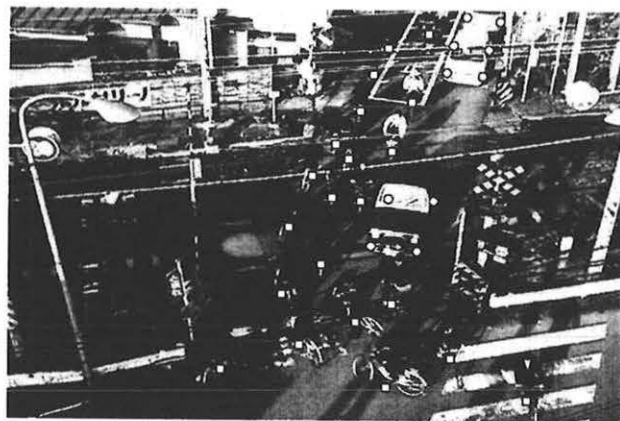


写真1 肴町踏切での錯綜状況と主体のマーキング

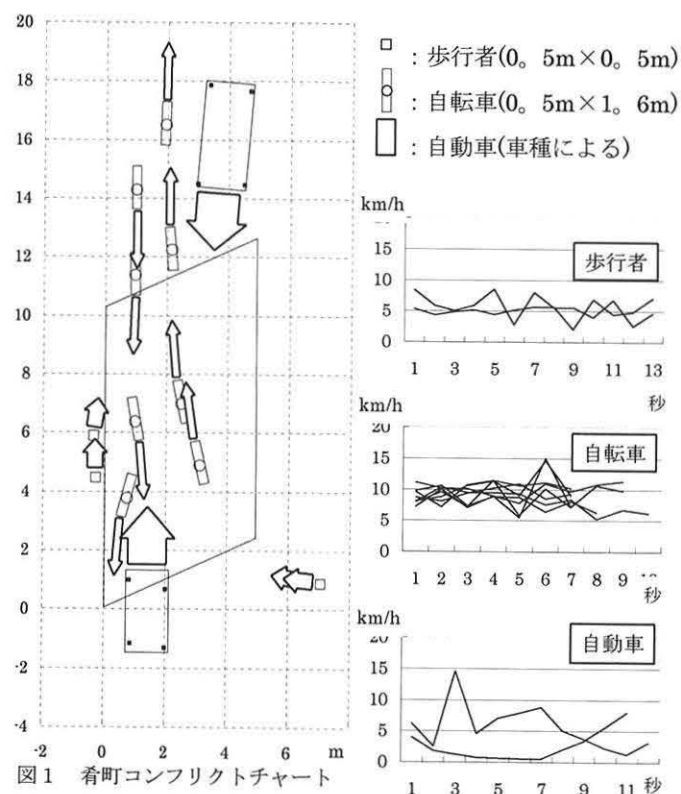


図1 肴町コンフリクトチャート

5. おわりに

ここまでの研究成果は、ビデオ画像による歩行者および車両の座標化と簡単な挙動解析、コンフリクトチャートの提案に留まっている。現在、この画像データおよび座標データをもとに各主体の挙動特性の詳細な検討を進めている。この挙動分析結果をもとに各主体の行動ルールを特定し、マルチエージェントシミュレーターによって、踏切改良の効果を測定するプログラムを開発する予定である。主体別の行動特性に異質性（ドライバーの判断能力差、自転車の運転能力差など）を組み込み、コンフリクト領域計算を行うことで、事故発生率の定量的に把握することができると考える。