

# 設備情報と交通流シミュレーションを用いた踏切の安全性評価手法

人間科学研究部 安全性解析  
主任研究員 松本真吾

## 1. 踏切安全性評価の目的

踏切事故は、今なお、鉄道事故の約半数を占めている。鉄道側からの対策は、踏切削減、警報機、遮断機、障害物検知装置の設置、幅員改良等、様々な形で行われてきている。その為、踏切事故は年々低減しつつあるが、近年は横ばい傾向である。

踏切の安全性評価は、個々の踏切の安全性評価により、安全対策を施行する踏切の優先順位の決定とともに、危険要因の特定による有効な対策の選定を目的としているが、鉄道側からの対策が進んでいる状況では、新たな対策を模索する必要がある。

一方、道路側から交通事故として踏切事故を見た場合、その割合は1%にも満たない。それ故、踏切事故に関する研究は、主に鉄道側から行われてきたが、踏切は、鉄道と道路の交差箇所であり、鉄道、道路の双方に関わるゆえ、踏切の安全性対策としては、道路側の事情にも踏み込んでいく必要がある、今度は道路側からの対策も重要となると考えられる。

従来、鉄道事業者が管理する設備台帳の情報（設備情報）から、統計モデルによって、事故頻度を予測する手法が用いられてきたが、さらに、踏切付近の交通状況やドライバの行動等の道路側の事情を考慮するため、今回、新たに交通流シミュレーションを用いる手法を実施した。両者は独立のものではなく、シミュレーションで得た知見は、今後、統計モデルに反映される（図1）。

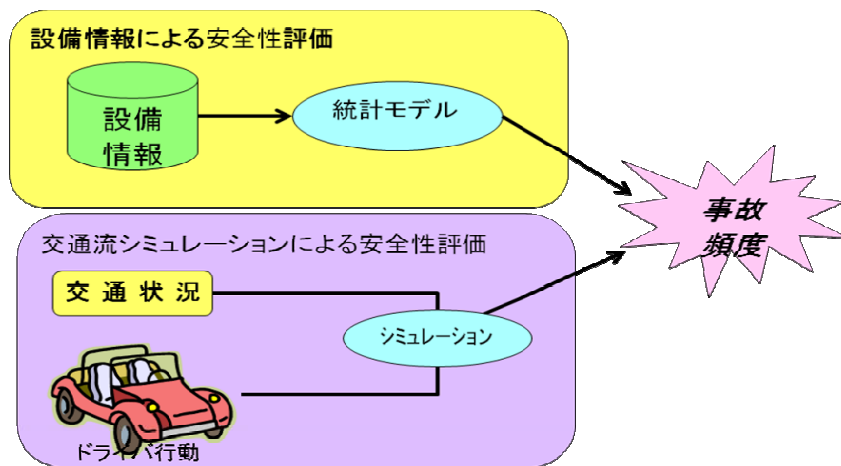


図1 踏切安全性評価の方法

## 2. 設備情報による安全性評価

鉄道事業者が管理する設備情報は、踏切長、幅員、見通、道路通行量等多岐にわたっている。多変量解析による安全性解析は、個々の踏切の事故実績から、各情報に対する重みづけの変数を求め、両者の積を合算する回帰式により、個々の踏切の設備情報から年間の踏切事故頻度の予測

を行う。

今回、対策選定のため、道路側の事情に着目した踏切事故の要因分析を目的として、従来の安全性評価に対して、モデルの見直し、改善を行った。具体的には、従来、各変数に対して単純に重みづけの和としていた点を改め、通行者が遮断に遭遇して事故に至るとする一連の流れから、踏切事故頻度を

- ・遮断回数
- ・遮断遭遇確率（遮断1回に対して、通行者が踏切遮断に遭遇する確率）
- ・遮断遭遇時事故確率（通行者が踏切遮断時に事故に至る確率）

という3つの事象の頻度及び確率の積と考え、道路交通量から踏切遭遇確率を求め、遮断遭遇時事故確率を、他の変数の線形和として求める交互作用モデルを用いた。交互作用モデルを、従来モデル及び遮断遭遇確率を変数に用いたモデルと比較した結果、支障事故に関しては、従来及び変数変更モデルに比べ、交互作用モデルでの決定係数が増加し、推定精度が向上した（図2）。

### 3. 事故要因の見直し

設備情報に基づく安全性評価は、全体的な傾向としては、ほぼ妥当と思われるが、踏切支障に関して見た場合、支障多発踏切について、実績値が予測値を大幅に上回ることが分かった。これらの踏切に関しては、事故の要因の中に、踏切の設備情報に表れないものがあると考えるのが妥当である。支障に関しては、極少数の踏切が年間の支障全体の相当の割合を占める傾向があり、支障が多発する踏切での原因究明と対策は、支障件数の大幅な減少につながる可能性がある。

今回、支障多発踏切に対して現地調査を行ったところ、鉄道事業者の管理する設備情報以外の要因が見出された（図3）。

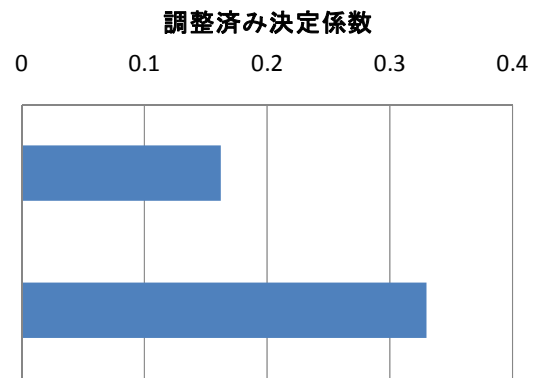


図2 モデル別決定係数の比較

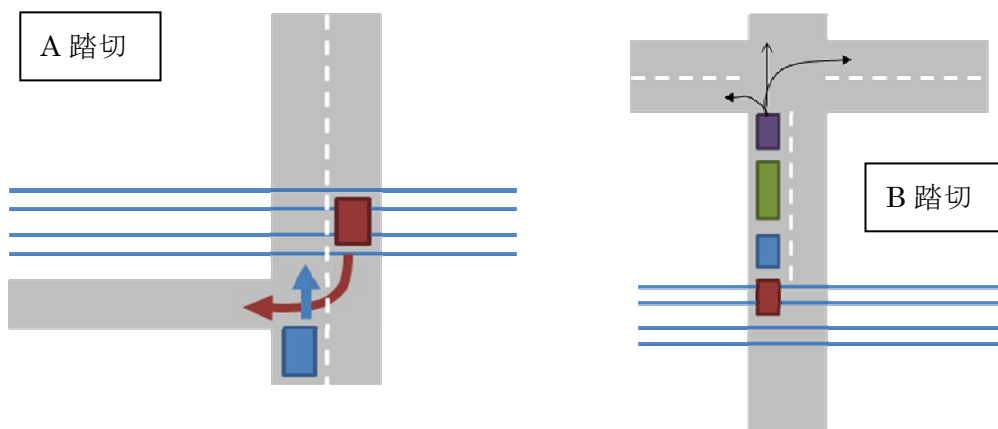


図3 支障多発踏切の例

**A踏切**：道路の接続に関して、踏切の出口の一方に、右折の分岐路がついており、右折可となっている。自動車が踏切進出直後に右折する際、対向車をやり過ぎるため、踏切内で停止せざるを得ない状況が多々見受けられた。

**B踏切**：道路の接続に関して、踏切から約30m先に国道と交わる交差点が存在し、国道に入る自動車が多数通行する。踏切～交差点間の距離が短く、また交差点の赤信号の時間が90秒程度と長い為、混雑時には踏切出口での先詰まりが起き易い。その為、前方確認を怠った車が踏切内で滞留する可能性が高いと考えられる。

#### 4. 交通流シミュレーションによる安全性評価

先の現地調査において、踏切付近の道路の接続および自動車の通行状況等が、事故の要因となる場合があることが分かった。上記要因の影響を定量的に評価するためには、踏切付近の自動車の通行状況を再現した上で、ドライバ行動により踏切内での滞留等の危険事象が発生する頻度を見る必要がある。

そこで、踏切内の道路交通のシミュレーションを実現する「踏切安全性シミュレータ」を開発した(図4)。踏切付近の道路の接続および交通量の設定が可能である。自動車の走行については、間隔が近い場合には車長を考慮し追従走行する。踏切安全性シミュレータにより、個別踏切の事情に合わせた分析、また問題事象別の分析が可能となる。

今回、踏切安全性シミュレータを用いて、先の右折時の対向車待ちおよび踏切の先の交差点による先詰まりの効果について評価した。ドライバの行動に関しては、右折判断は、対向車との距離、踏切への進入判断については、先行車との距離によるものとし、パラメータ等については、右折については自動車交差点での他の研究1)を参考とし、進入については踏切通行ビデオの解析の知見により設定した。

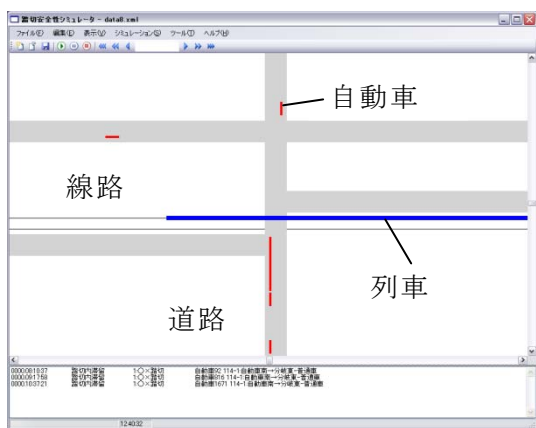


図4 踏切安全性シミュレータ

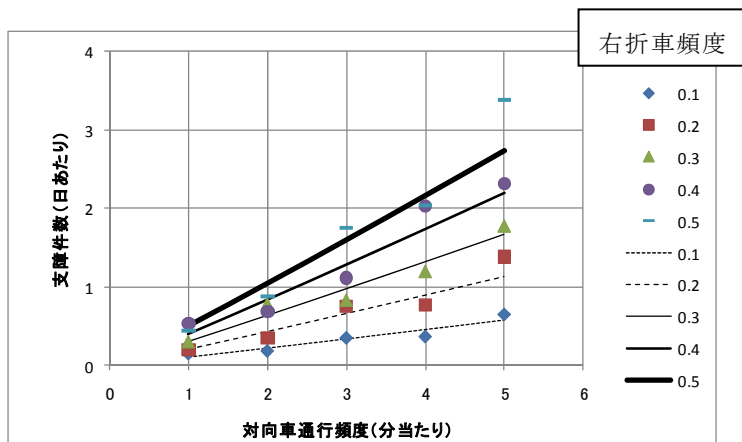


図5 右折による支障頻度 (一か月)

右折については、対向車および右折車の通行頻度を変えて、1か月(30日)分のシミュレーションを実施した。その結果、踏切内での滞留頻度及び支障頻度は、それぞれの変数の増加にほぼ比例することがわかった(図5)。右折に関しては、踏切を横断する道路の交通量が多い場合には、僅かの右折でも支障の可能性が高まることわかる。

交差点については、交差点赤信号の時間を変えて、1か月(30日)分のシミュレーションを

実施した。その結果、

- ・ 赤信号時間の増加により、滞留頻度は増加するが、変化の仕方は通行頻度に依存する（図6）。
- ・ 青信号時間の減少により、滞留頻度は飛躍的に増大する場合がある（図7）。

ことがわかった。

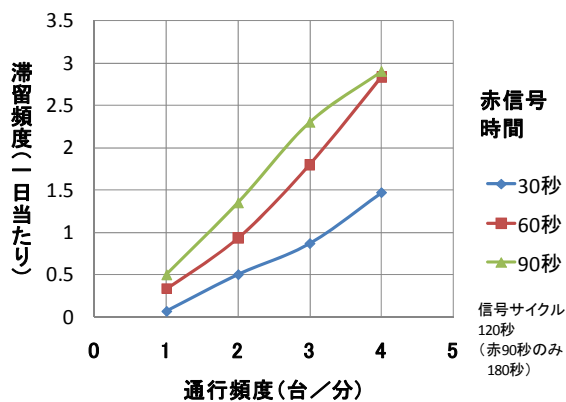


図6 赤信号時間による滞留頻度の変化  
(踏切～交差点間 15m)

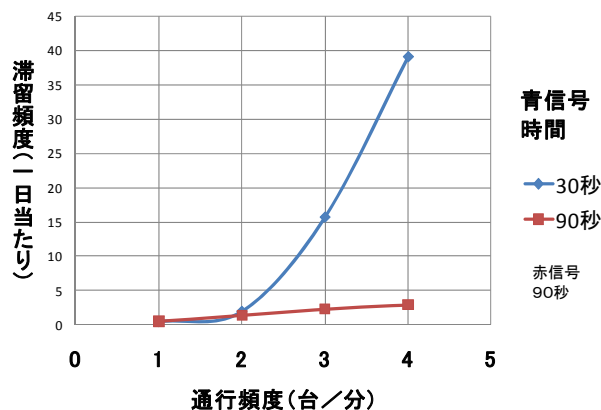


図7 青信号時間による滞留頻度の変化  
(踏切～交差点間 15m)

赤信号時間の増大による滞留頻度の増加は、先詰まり状況の増加による。また青信号時間の減少による滞留頻度の増加は、1信号サイクル内の通過台数減少による道路混雑度の増加による。つまり、先詰まりの発生時に、道路の混雑により先行車に追従進入する場合、ドライバの判断ミスにより、滞留が増加すると考えられる。先詰まり頻度や道路混雑度は、ポアソン分布により評価が可能であり、両者の積と、滞留頻度は相関が高い。

## 5. まとめ

今回、設備情報に基づく安全性解析として、自動車が遮断に遭遇する遮断遭遇確率と遮断遭遇時事故確率を分ける考え方にに基づき、変数及びモデルの改良を行い、予測精度を向上させた。また支障多発踏切に関しては、踏切付近の交通流による踏切内の滞留頻度を定量的に評価するため、交通流シミュレーションを用いた分析を行い、近隣交差点の赤信号、青信号時間と滞留の関係を明らかにした。

今回のシミュレーションによる評価は、踏切事故と交通流の関係に重点を置いたため、ドライバ行動については単純化している。今後は、ドライバの行動に関しても、精緻化を図ることにより、より実際に近い評価が可能になると考えられる。

## 参考文献

- 1) 「右折直進事故多発交差点における右折挙動の分析」 森健一郎、広島康裕、松尾幸二郎、濱口敦、土木学会中部支部研究発表会、2009年