

踏切から線路への誤進入検知装置の開発

○ [電] 竹内 俊裕、[電] 伊藤 昇 (大同信号株式会社)

[電] 水間 毅、[電] 吉永 純 (交通安全環境研究所)

Development of Device to Detect False-Entry from Crossing to Railroad

○Toshihiro Takeuchi , Noboru Ito , (Daido Signal Co., Ltd.)

Takeshi Mizuma , Jun Yoshinaga , (National Traffic Safety and Environment Laboratory)

Abstract

In a railroad running a heavy snowfall area , in the case of the bad weather, view worsens , so there is the place where there is hard to distinguish the road from the railroad. Therefore the accident that the car which entry from a railroad crossing to a railroad by mistake collides with a train sometimes occurs.

So authors developed and tested a device to prevent a collision by detecting a false-entry car with a marketed sensor , and connecting to the existing collision prevention system with a public line , and informing the existence of the false-entry car for a train coming close. It reports on the result of the site test executed to confirm the function.

キーワード：踏切， 誤進入， センサー

KeyWords : Crossing , false-entry , Sensor)

1. まえがき

豪雪地域を走行する鉄道においては、悪天候時には視界不良となり距離の短い単線の踏切では道路と線路の区別が付きにくい場合が存在する。そのため、自動車が踏切から線路へ誤進入してしまう事故が発生し、さらには列車との衝突事故につながり非常に危険である。踏切保安設備としては、踏切障害物検知装置などがあるが、踏切内から線路へ誤進入した自動車を検知する機能はない。しかし線路へ誤進入してしまった自動車の脱出は踏切内で立ち往生した自動車の脱出よりも困難で、重大事故につながる危険性も大きくなる。

そこで筆者らは、踏切から線路へ誤進入した自動車を検知し警報を出力する機能を有する誤進入警報システムの検討を行い、出力された警報を既存の双方向衝突防止システム¹⁾の警報装置(列車)に伝送して接近しつつある列車に通知する装置を試作し、現地試験を実施したので、その成果について報告する。

2. 誤進入判定方法について

2.1 開発方針

踏切で立ち往生した自動車と踏切に接近しつつある列車

との衝突を防止する設備として踏切障害物検知装置などがあるが、これらはしゃ断桿が降りた後(列車接近時)、踏切内に立ち往生した自動車を検知する目的で設置されており、しゃ断桿が上がっている場合(列車非接近時)に踏切内から線路への誤進入を検知する機能はない。またこれらの設備は全ての踏切に設置されているわけではない。

そこで、誤進入検知システムでは、踏切を通過する自動車と列車の両方を検知し、検知状況を解析することで踏切から線路への誤進入を認識し警報を出力することを目的として、以下の基本機能を設定した。

- (1) 踏切障害物検知装置が設備されていない単線の踏切を対象とする。
- (2) 踏切を通過する自動車と列車を検知する。
- (3) 自動車と列車の検知には市販されているセンサを組合せて使用する。
- (4) 検知状況を解析し、誤進入の有無を判定する。
- (5) 誤進入警報は、既存の双方向衝突防止システム¹⁾の警報装置(列車)へ伝送する。

双方向衝突防止システム・警報装置 (列車)

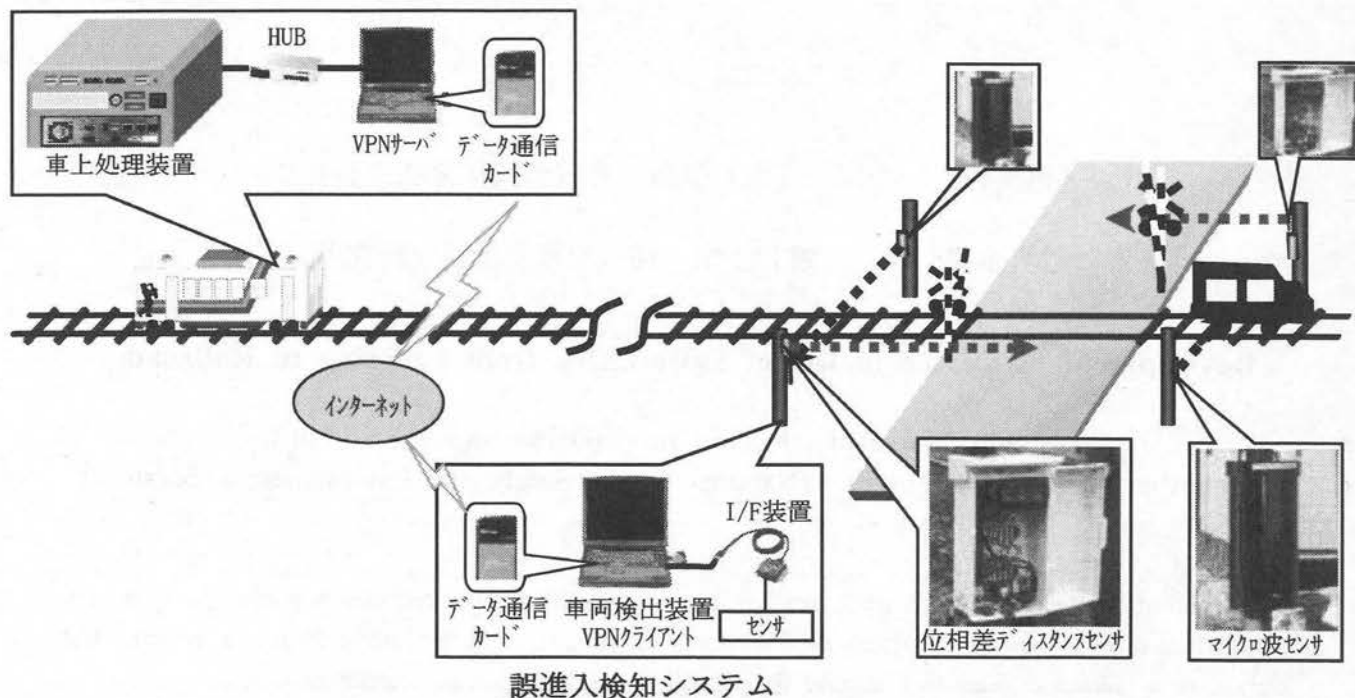


図1 装置構成

2.2 装置構成

センサの違いを確認するため、本システムでは2種類のセンサを使用することとした。踏切を横断する自動車の検知には位相差ディスタンスセンサ（赤外線）を、踏切を通過する列車の検知にはマイクロ波センサを使用し、各センサ2式、計4系統の入力を監視した。また地上～車上間では携帯電話事業者のデータ通信カードを使用してインターネット経由で情報伝送を行った。（図1参照）

その際、公衆回線とインターネットを使用することから、VPN（Virtual Private Network）を使用して仮想的なサーバクライアントシステムを構築して、セキュリティを確保した。

2.3 誤進入判定方法

踏切に設置された4系統のセンサ入力において、通常は列車の通過（図2参照）、自動車の横断（図3参照）のように列車側センサまたは自動車側センサのみが入力され、列車検知の場合、入力される順序も判別可能であることから上り／下りの判別も可能である。

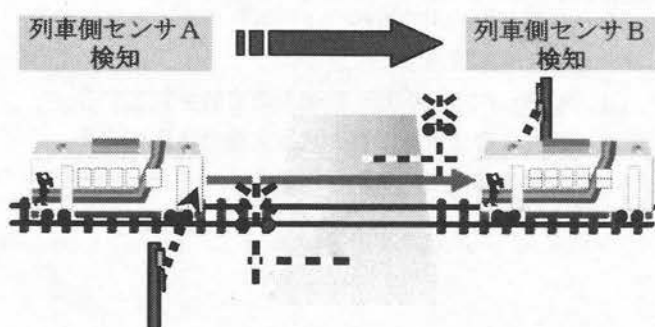


図2 列車検知

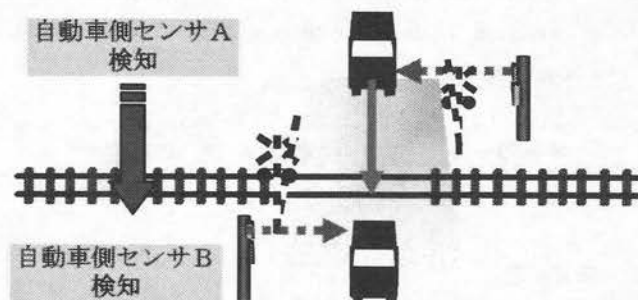


図3 自動車検知

それに対して、踏切から線路への誤進入の検知は、図4に示す進入路の(1)自Aから列A、(2)自Aから列B、(3)自Bから列A、(4)自Bから列Bの4通りが考えられる。そのため、自動車側センサ（自Aまたは自B）の入力後、一定時間以内に列車側センサ（列Cまたは列D）の入力が認められた場合に誤進入と判断することとした。この一定時間は、自動車が踏切横断に要する平均時間の約2倍に設定した。

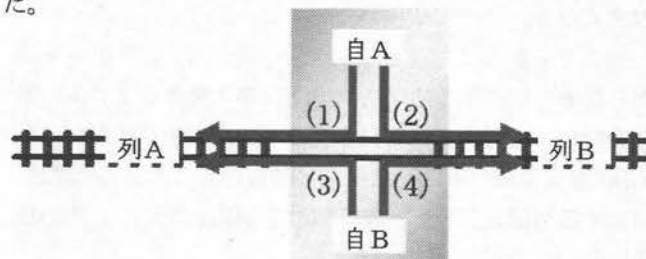


図4 進入路

また、図5のように列車側センサの設置場所が、踏切から自動車の全長以上に離れてしまった場合は、誤進入しても検知されないことが懸念される。そのため、自動車側センサの一方が入力後、一定時間以内にもう一方の入力が認められない場合も、誤進入と判断することとした。

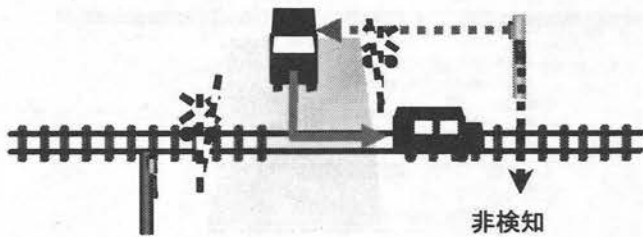


図5 検知できない場合

3. 試験結果

本システムを用いて、踏切から線路へ誤進入した自動車の検知および地上から列車への警報出力の機能を確認するため、山形鉄道フラワー長井線の赤湯～荒砥間に現車試験を実施した。試験列車を図6、試験踏切（梨郷～西大塚間の第五梨郷踏切）を図7、機器設置状況を図8に示す。



図6 試験列車



図7 試験踏切



図8 誤進入検知システム

3.1 列車検知

列車が踏切を通過する際にマイクロ波センサによる検知試験を行い、上り列車（荒砥から赤湯）3本、下り列車（赤湯から荒砥）4本の計7本の全ての列車を正常に検知できることが確認された。

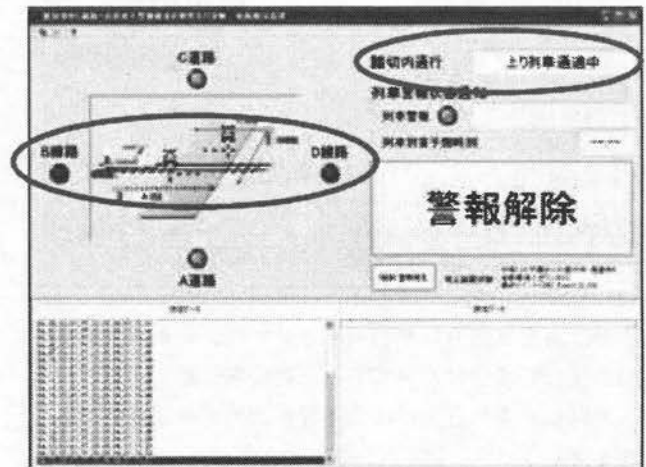


図9 列車検知画面

3.2 自動車検知

自動車が踏切を横断する際に位相差デイスタンスセンサによる検知試験を行い、概ね検知できることが確認された。試験時はセンサの設置位置が踏切から数m離れていたため検知距離が短くなり、センサから遠い側を走行する自動車を検知できないことや、センサの取付位置が高かったため、自動車の種類によっては窓ガラスを透過してピラーの数分検知することも確認された。しかし、これらはセンサの設置位置や取付位置により回避できることも確認された。

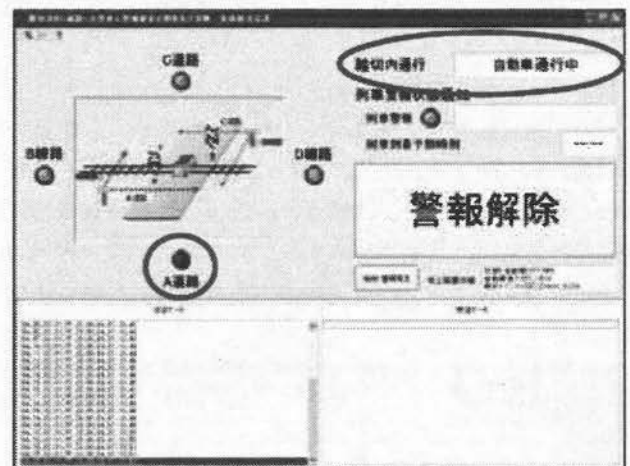


図10 自動車検知画面

3.3 誤進入検知

自動車が踏切から線路へ誤進入した場合の検知については、実際に行うわけにはいかないため、列車非接近時に作業者を自動車に見立てて模擬的に誤進入状態を作り試験を実施した。自動車側センサを検知させた後、列車側センサを検知させることで誤進入による警報出力が確認された。（図11参照）

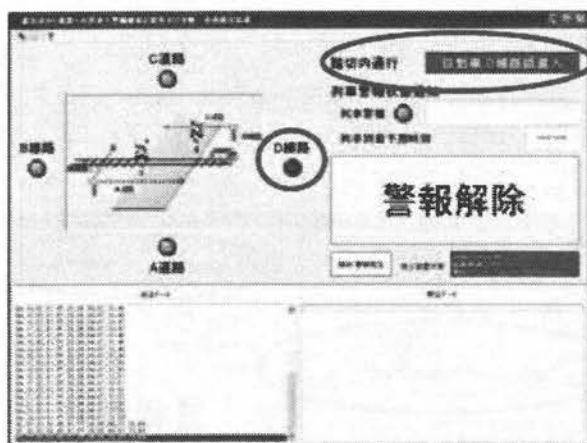


図 1.1 誤進入検知画面

また、自動車側センサを検知させた後、列車側センサを検知させない場合においても、一定時間経過することで誤進入（踏切内立ち往生）による警報出力が確認された。

(図 1.2)

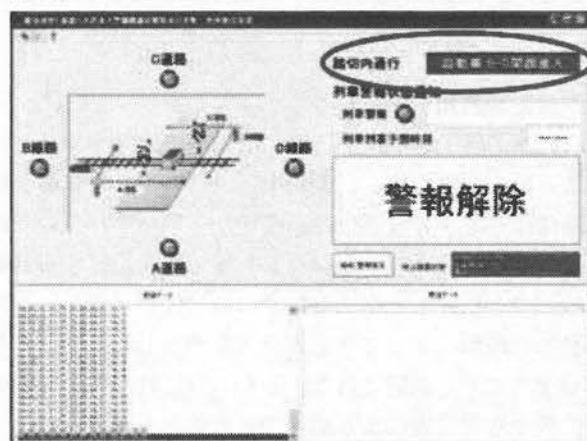


図 1.2 誤進入（立ち往生）検知画面

誤進入を検知し警報の出力と同時に、携帯端末により走行中の列車に設置された双方向衝突防止システム・警報装置（列車）（図 1.3 参照）に対して『誤進入車両あり』の情報が伝送されることが確認され、以後、警報装置（列車）の機能により自動車が立ち往生した踏切までの列車到達予定時刻別に 3 段階の警報が出力されることが確認された。（図 1.4 参照）

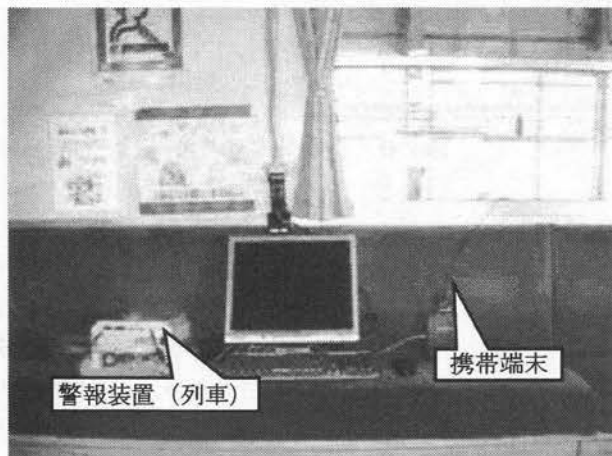


図 1.3 警報装置（列車）

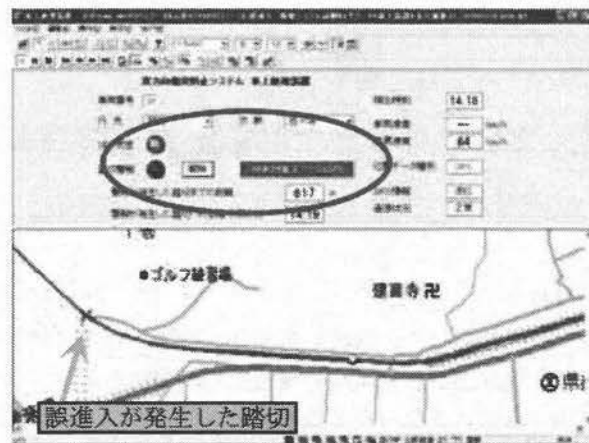


図 1.4 警報装置（列車）

以上より、汎用センサを使用することで、列車や自動車を検知可能であることが確認された。また、それらを組み合わせることによって、踏切から線路へ誤進入してしまった自動車も検知可能であることが確認された。

汎用の赤外線センサ等は雨や雪の影響を受けやすいと言われており、今回の試験時の天候は雪や雨であったが、天候による検知性能への影響はほとんど見られなかった。

4. あとがき

踏切から線路への誤進入による警報機能の可能性について検証した結果を紹介した。

今回の試験により、自動車の検知においてはセンサの設置場所や取付方法を考慮する必要性が確認されたが、列車の検知はかなりの精度であることが確認され、有効な障害物検知装置への応用が可能であることが確認された。

今後は、自動車側の検知に適したセンサ選定や自動車と自転車や歩行者とを判別する機能の開発等、さらなる検討を進めていく予定である。

最後に、現車試験実施に多大なるご支援、ご協力をいただきました山形鉄道殿ならびに関係各位に深く感謝致します。

文 献

- 1) 伊藤他, 「GPSと通信を利用した踏切衝突防止システムの開発」, 平成19年電気学会産業応用部門大会, 3-39, pp III-257-260, 2007.8