

## GPS式列車接近警報装置の警報音に関する考察

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○井上 淳太

## 1. はじめに

近年、安全・安心への関心や期待はあらゆる分野において高まっており、線路保守係員の安全についてもソフト依存中心の対策からソフト、ハードが一体となってリスク低減する対策へシフトしつつある。当社では触車事故防止のハード対策として、GPSを活用した列車接近警報装置に関して開発・導入を進めている。

本装置は人の命を守る警報装置であることから適切な警報の構築が課題と認識している。今回、適切な警報についてまずは要件定義とヒューマンエラーのバックアップに関する有効性について以下の通り考察したので報告する。

## 2. 装置の役割

一般に列車の進来状況下で保守・検査等を実施する場合は、列車の接近を検知するための列車見張員を配置すると共に作業責任者と連携を取りながら安全を確保する列車見張方式をとっている。本装置を活用する場合においても人間による列車見張方式を前提としており、列車接近連絡に関するヒューマンエラーが生じた場合、現場見張員が所持する警報端末が鳴動することによりヒューマンエラーをバックアップする役割を担う、いわゆる支援装置として使用することと定義している。

## 3. ヒューマンエラーのバックアップ

## 3. 1 ヒューマンエラー

列車接近連絡に関するヒューマンエラーとしては、(1)先方見張員が現場見張員に対してトランシーバーを押し忘れる(押したつもり)ことにより列車接近連絡が現場見張員に伝わらない(2)先方見張員が接近情報を言い間違えることにより非接近情報として現場見張員に伝わる(3)現場見張員が先方見張員からの接近情報を聞き間違えることにより非接近情報として認識する。あるいは言い間違えて作業責任者に非接近情報として伝達される等が主なヒューマンエラーとして想定される。

## 3. 2 ヒューマンエラーのバックアップ

本装置は列車が現場から約1.0km～1.5kmに接近した際に端末が鳴動するように設計されている。従って、先方見張員から現場見張員へ接近連絡する前に携帯端末が鳴動する場合、先方見張員から誤って接近連絡があっても携帯端末の警報により待避を開始しており、先方見張員から間違った接近連絡があっても再度問い合わせる等して間違いに気がつく。反対に先に先方見張員が間違えて現場見張員へ接近連絡を行い(あるいは行わない)現場が待避しない状況に陥ったとしても、携帯端末がその後鳴動する為に間違いに気づくということから支援装置のヒューマンエラーのバックアップ機能が成立すると考えている。

## 4. 警報に関する要件定義

本装置は警報によりヒューマンエラーをバックアップするため、“最適な警報”が求められる。“最適な警報”を定義する為にISO規格を参考とすることとした。ISO7731 公共の場所及び職場の危険試験信号では「人が意図されたとおりに信号を聞くことができ、かつ、これに反応できるようなものではない」と定義されている。この規格を実際の警報が鳴動する場面に適用すると接近警報を聞いた線路保守係員は接近警報音のイメージからある事を意図して、その意図に基づいて反応、すなわち待避行動もしくは注意喚起行動をとると想定した。

## 5. 実際のケースへの適用検証

4. 項で設定した要件について、実際に人が警報を聞いてから反応するまでの処理フローについて表1のように整理をして規格と実際のケースに妥当性があるか確認を実施した。なお、人の意図については下記に示すA案、B案が想定できるとした。

- ・ A案 警報音の違いにより、当該線に進来するか隣接線に進来するかを意図する。

キーワード GPS式列車接近警報装置、警報、ヒューマンマシンシステム

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24 JR西日本鉄道本部技術部(保安技術) TEL06-6375-8734

- ・ B案 警報音の違いにより、待避するか注意喚起するかを意図する。

まず、基本条件では外側線に列車が進來する為待避をするが、特殊条件ではホームや線間の線路条件によっては待避せずに注意喚起とする場合が実際に多く存在する。つまり、B案では線路条件が特殊になれば人が意図する内容が待避から注意喚起に変わるので警報音も変更する必要がある。一方でA案においては線路条件に合わせて警報音を変える必要はない。このようにA案B案ともに規格と関連付けることは出来るもののB案に課題も見られることから別の視点での検証が必要となる。

表一1 線路条件と警報パターン等との関係

	線路条件	案	警報音	人の意図	判断	反応
基本		A	隣接注意警報音 (ピー ピー) + 音 声 (外回り接近) 接近警報音 (ブ・ブ・ブ)	隣接線への接近	4線外側なので待避する	待避
		B	隣接注意警報音 (ピー ピー) + 音 声 (外回り接近)	待避 (警報音=待避)	-	待避
特殊		A	隣接注意警報音 (ピー ピー) + 音 声 (外回り接近)	隣接線への接近	線間が広く待避しない	注意喚起
		B	隣接注意警報音 (ピー ピー) + 音 声 (外回り接近)	注意喚起 (隣接注意警報音=注意喚起)	-	注意喚起

6. ヒューマンマシンシステムとしての妥当性検証

6. 1 ヒューマンマシンシステムの特徴

ここで再度「ヒューマンエラーをバックアップする」という支援装置の役割についてヒューマンマシンシステムの側面から検証を試みることにした。「人と装置が共生して事故を防ぐ」という視点からすれば「機械に対する不信」、「機械に対する過信」、「人が機械を知ること」といった項目が重要とされている。そこで、実際に本装置を活用した場合に想定される事象について解釈として表一2のように定義することとした。

6. 2 検証結果と今後について

表一2の3項目について検証すると以下に示すようにB案に欠点が多く見られ、検証の結果、A案の方が優れていると言える。今後、システムにこの要件を反映させて最適な警報を実証することとしたい。

- ・ 機械に対する不信

5項で問題提起したように線路条件等の変化にシステムが対応出来ない場合、B案では隣接注意警報音を接近警報音として鳴動することから、人は警報に対して不信を持つことが想定される。

- ・ 機械に対する過信

B案は警報が人に「待避」という行動を意図させていることから判断フェーズが希薄になると想定している。判断フェーズが希薄になるということは、判断という人が担うべき機能が装置に代替あるいは人が装置に依存していると想定した。

- ・ 人が機械を知る

A案は当該線に進来すれば接近警報音、隣接線を進来すれば注意警報音と定義しているのでユーザーの立場からすると警報の判別根拠として分かりやすい。

表一2 人と機械の共生

N O	項目	要旨	解釈
1	機械に対する不信	機械を信用しない	警報が嘘の情報を人に与える場合もあり、鳴動しても人が反応しない
2	機械に対する過信	機械に依存する	見張員からの接近合図よりも警報の鳴動を頼りにする
3	人が機械を知る	機械の状況認識、判断の根拠、意図、能力の限界、作動状態を知る(上記がわからないと人は反応しない)	接近警報音、隣接注意警報音に関して、状況認識、判断の根拠、意図、能力の限界、作動状態の項目に対して合理的な理由がある

【参考文献】

1) 井上淳太他：鉄道作業員の安全度向上に向けた列車接近警報装置の開発：第66回土木学会年講、2010.9  
 2) 稲垣敏之：自動化による安全性の向上 ヒューマンファクタの視点からの考察：解説論文、2008.10