

鉄道におけるヒューマンエラー事故防 止技術と運転状況記録装置

交通システム研究領域
吉永 純

目次

1. ヒューマンエラー事故防止技術の開発について
2. 運転状況記録装置(映像型)の開発について
3. 装置構成
4. 実車走行試験
5. 今後の課題

1-1 ヒューマンエラー防止技術

- **信号保安設備** 高度な保安システムを構築
… 一方 …
- **状況認知** 注意力による認識・判断の必要性

バックアップ機能の整備

(過走防護、終端防護、誤出発防止機能等)

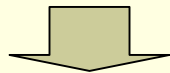
ATS等の設置義務拡大

(運転可能速度からみて転覆の危険がある分岐器部や曲線部、及び線路終端部等へ (平成18年3月公布))

1-2 ヒューマンエラー防止対策

- 国交省「公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会」(平成17年6月～18年3月)

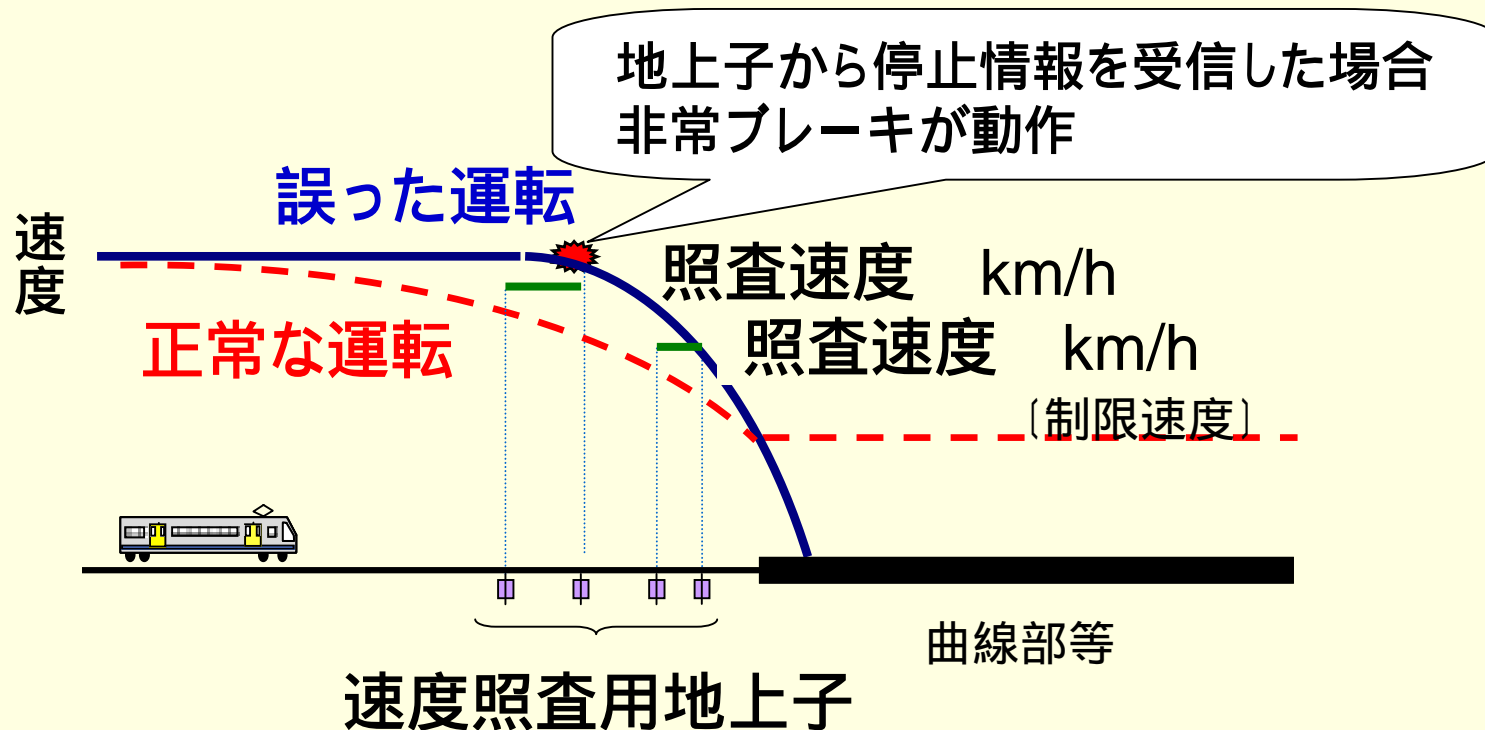
- ・機械システムと人間との役割分担のあり方等を検討
- ・通常(正常)からの逸脱を早期に検出して人間側の状況認識(気付き)を支援する予防安全型技術が有効との提言



- 通常状態からの逸脱を早期に検出
- 警報により「気づき」を支援する装置

1-3 警報概念 (ATSの仕組み)

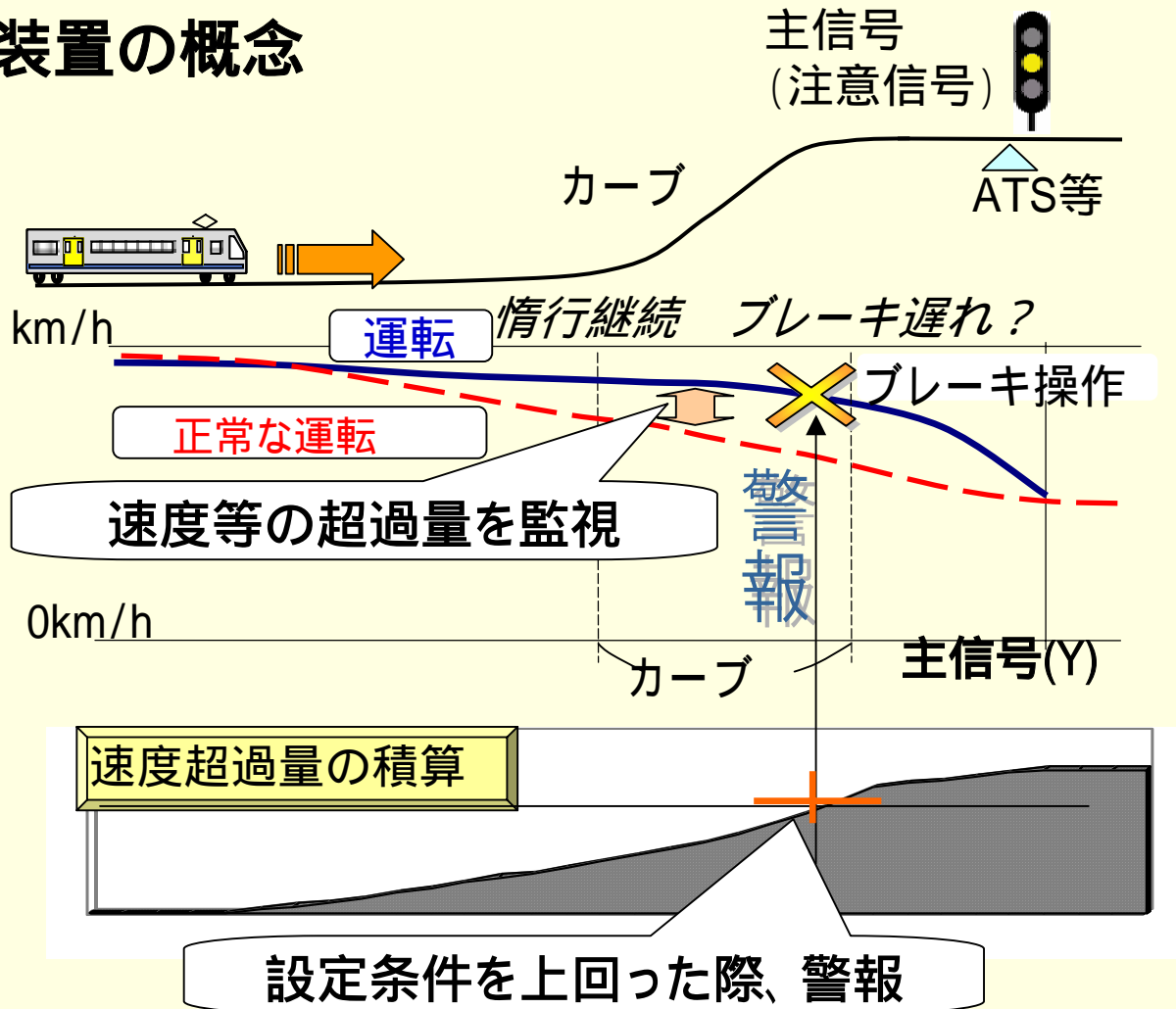
ATS(ATS-S)の仕組み



- 速度制限箇所へ地上子の設置が必要

1-3 警報概念 (速度超過警報)

開発する装置の概念



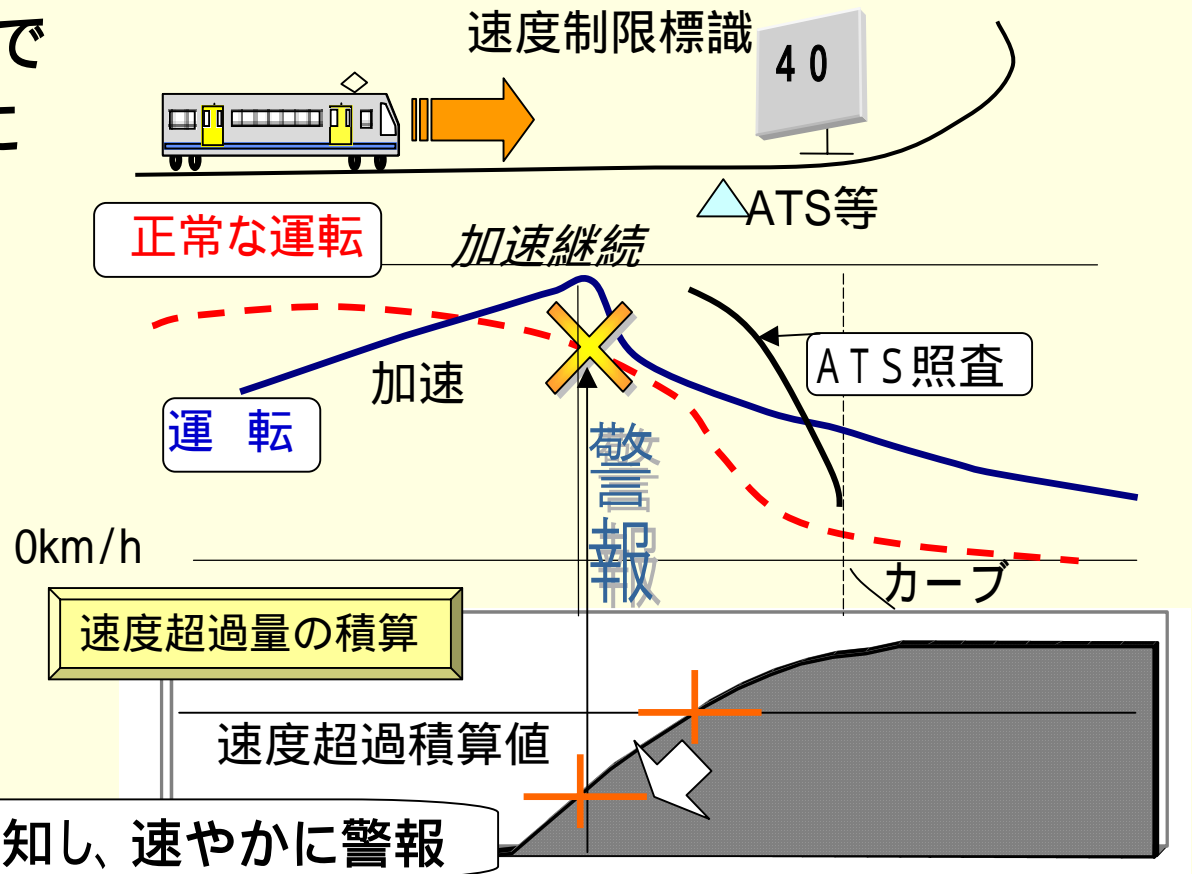
1-3 警報概念(装置設計)

- 曲線、分岐器部以外、全線へ対応できる
車上独立装置とする
- 警報を発出し、正常な状態への復帰を促す
(自動的にブレーキは動作させない)。

ATS等の保安設備と合わせた効果的な
ヒューマンエラー防止

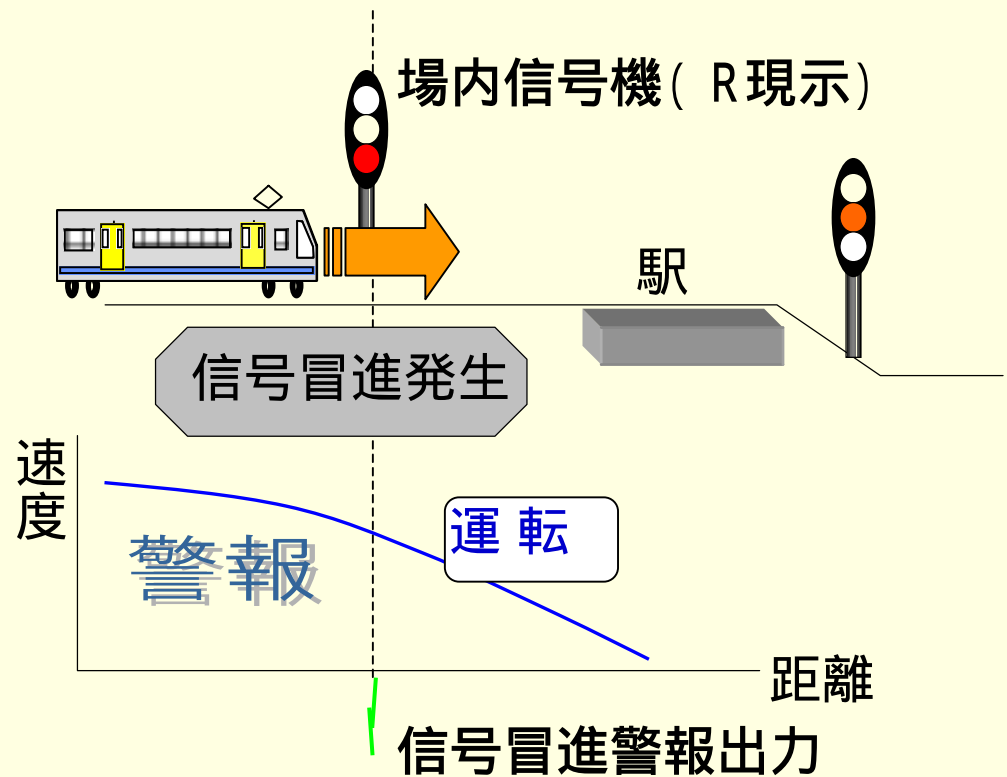
1-3 警報概念(速度偏差警報)

- 減速すべき箇所で加速する場合等に対応した警報(速度偏差警報)



1-3 警報概念 (信号冒進警報)

- 信号機の冒進を検知し
警報する
- 信号機現示情報を
列車と通信する必要あり
(模擬的に実施)



2. 運転状況記録装置(映像型)の開発

- 鉄道・航空事故調査委員会建議(平成17年9月)
 - 列車走行状況等を記録する装置の設置と活用
- 「技術基準検討委員会」省令改正(平成18年3月)
 - 運転状況記録装置の設置義務づけ
- 「運転状況記録装置に係る検討会」仕様の検討(平成18年5月)

2-1 運転状況記録装置の概略

- VVVF車では比較的容易に対応可能
- チョッパ制御車両等では、車両改造による運転状況データ取得、専用装置が必要

必要な情報をCCDカメラ等により、簡易に
取得、記録できる方式の検討
車両改修の不要なもの
事故時の情報の保存。記録可能時間確保。

2-2 運転状況記録装置の導入状況

- **英国**・・・RGS (Railway Group Standard)において英国networkrail社の管理線走行車両へ既存列車、新車とも設置を義務づけ(2005年中)
- **米国**・・・IEEE規格に基づき、連邦鉄道局規則で機関車に関する記録項目を規定(2005年制定)
- **日本**・・・鉄道事業者独自に記録装置を整備
バス、タクシー事業者等は、運行データの記録が法的に義務づけられている。また、自主的に事故時の映像記録装置(ドライブレコーダ)の整備が進められている。

3. 装置構成

運転状況記録装置 (映像型)

カメラ1 ノートパソコン

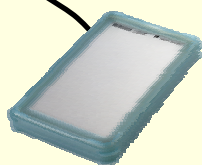


運転台
撮影用

PCカメラ2



車両前方
撮影用



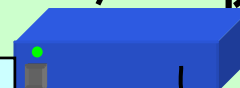
映像記録
ドライブ

速度超過判定装置

ノートパソコン



速度データ
取得装置



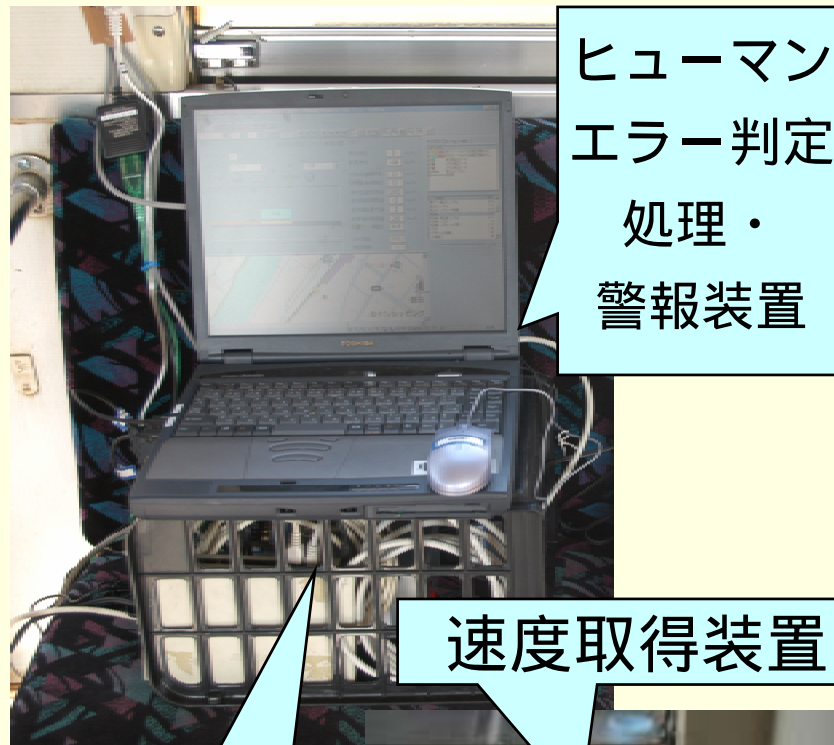
判定処理・
警報装置

車両へ

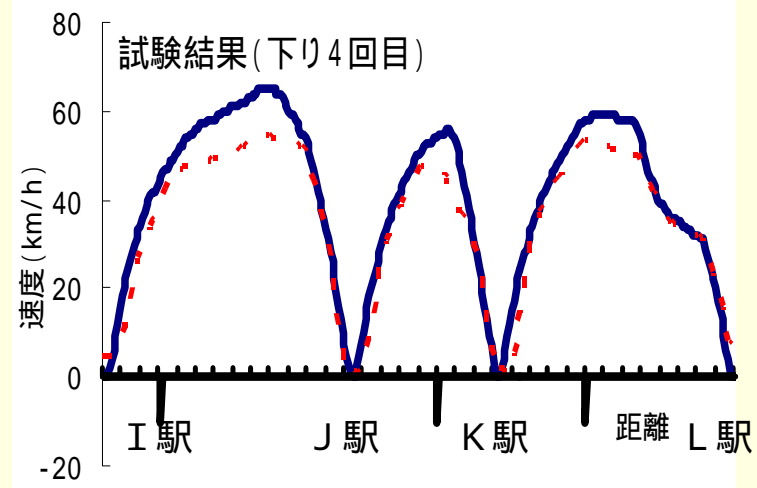
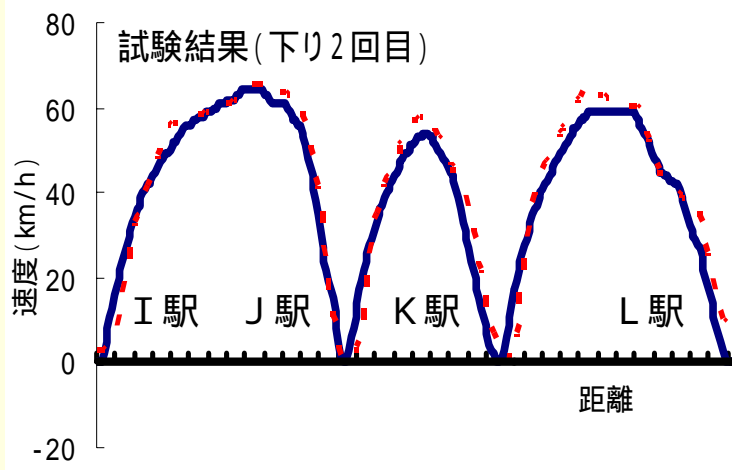
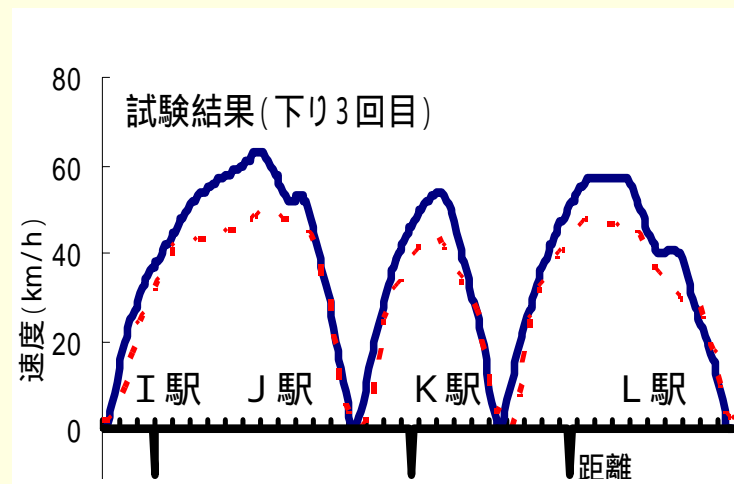
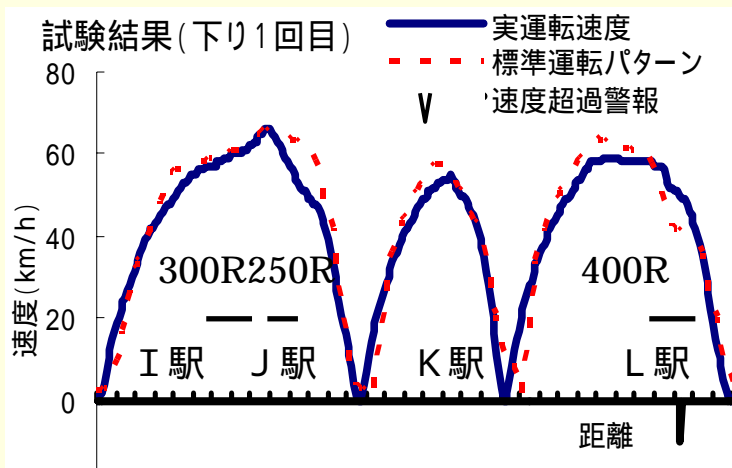
4 . 実車走行試験

- リアルタイムでの動作確認のため、実車走行試験を行う。
- 実路線(全長約20km、単線、18駅)において、装置を搭載し、4往復走行する。運転士は毎回異なる。
- 列車の速度、位置は速度発電機の出力による。
- 通常の運転取扱により行う。試験の都合上、標準的な運転(以下「標準運転パターン」という)の設定値を意図的に変化させ、警報等の発出要件が生じやすくする。




4-1 装置設置状況



4-2 出力結果1 (速度超過警報)



4-2 出力結果1について

- 各駅間毎に、速度超過が200 km・秒を超過した際に発出する設定とした。
- 下り1回目の「」と記号を振った警報は場内信号(Y現示定位と思われる)付近での減速遅れに対して発出された。
- 下り4回目の「」と示した警報は、駅間での速度超過に対して発出される一方、下り2回目では標準運転パターン以下にほぼ収まり、警報発出は無く、正常に機能している。
- 「」は、標準運転パターンの値を小さくしたために見かけ上加速力超過となったことにより発出されたものと思われる。

4-2 出力結果2 (速度超過警報)

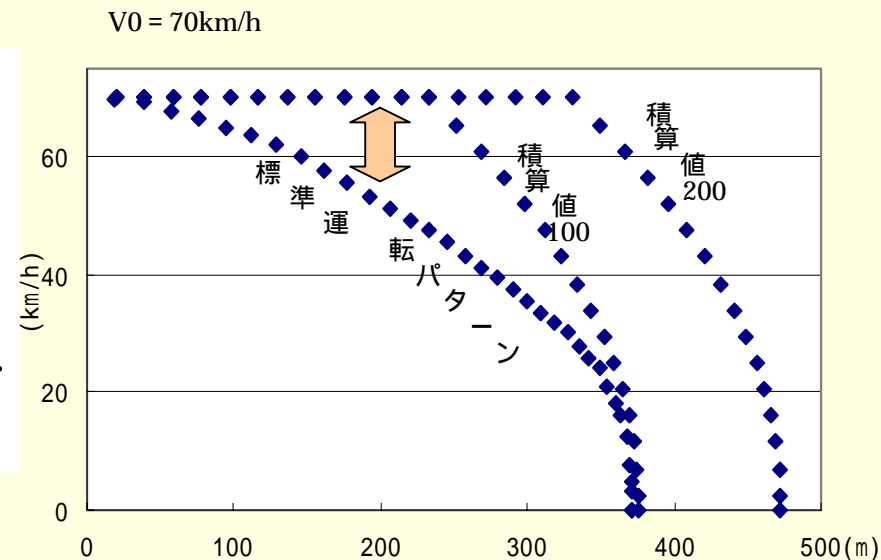
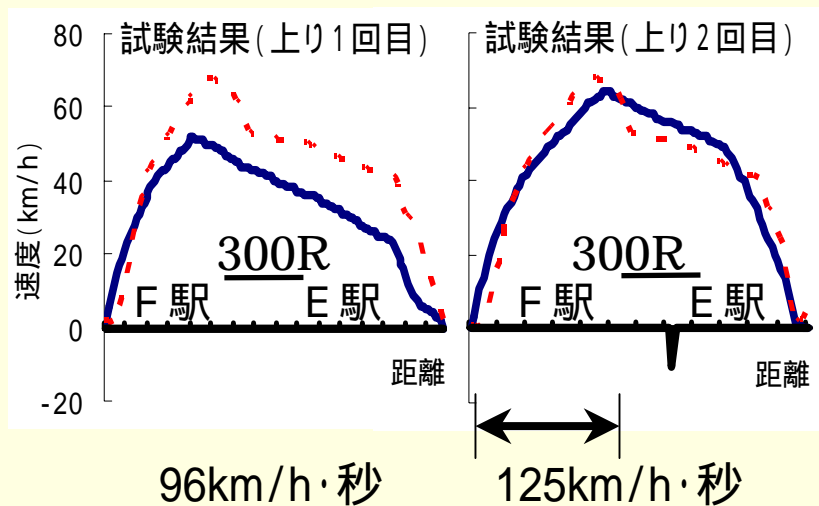


図: 警報からの非常ブレーキ停止の停止距離(理論値)

- F ~ E 駅の300mRの途中で警報発出。
 - 上り2回目では、曲線までに125km/h・秒の速度超過量。
- 箇所毎に、適切な速度超過量を設定する必要あり

4-3 ヒューマンエラー事故防止技術 試験結果 まとめ

- 速度超過に関するヒューマンエラー事故防止については、警報出力動作が確認できた。
- 特定箇所毎にそれぞれ警報すべき数値を定めることで精度向上が可能と考えられる。
- 速度偏差警報は、減速すべき位置において加速を続ける等、明らかに標準運転パターンと違う運転が見られた場合を想定した機能であるため、今回の実走行試験においては発生させられなかった。オフラインにおいて警報出力されることを確認した。
- 信号冒進警報については、信号位置において冒進警報が出力された。この種のヒューマンエラーに対する基本的な有効性を得られた。

4-4 運転状況記録装置 出力結果

- 0.03秒周期で30万画素による取得を行った。
- 基本的に連続記録(上書き有)だが、インシデント時画像が消去されないよう、判定するアルゴリズムを作成した。



図:トンネル入直後(左:車両前方撮影用カメラ、右:運転台撮影用カメラ)

4-5 運転状況記録装置 試験結果 まとめ

- トンネル入出時、逆光下のような、明度変化の大きな場合であっても、ある程度明確に記録できることが確認できた。
- 適当なカメラ及び設置位置を選択すれば、技術基準等で要求される運転状況を記録する事が可能と考えられる。

5. 今後の課題

(ヒューマンエラー事故防止技術について)

- 人間心理面等多角的に、多様なヒューマンエラーに対する効果の検証が必要。
- 車両挙動、運転操作に関するデータ等を判定の材料として加え、精度向上する必要がある。
- 警報の効果的な伝達方法についての検証。

(運転状況記録装置について)

- インシデント時の記録の上書き禁止方法。
- 実用化のため、小型化、メンテナンス性、耐衝撃、耐久性能の実証。