

グループ安全計画2018における 安全のレベルアップの取組み

Efforts to improve safety level according to "Group Safety Plan 2018".

廣川 隆*

Takashi Hirokawa

Transport Safety Department in East Japan Railway Company



Abstract

East Japan Railway Company (JR East) regards "safety" as the most important issue of management and aims for "ultimate safety" in both physical and applicational aspects. Currently, in cooperation with the technology development departments, physical measures are being implemented according to the direction clarified in the five-year Safety Plan, "JR East Group Safety Plan 2018".

●Key words: Safety, Ultimate safety, Group Safety Plan 2018, Systems for safety

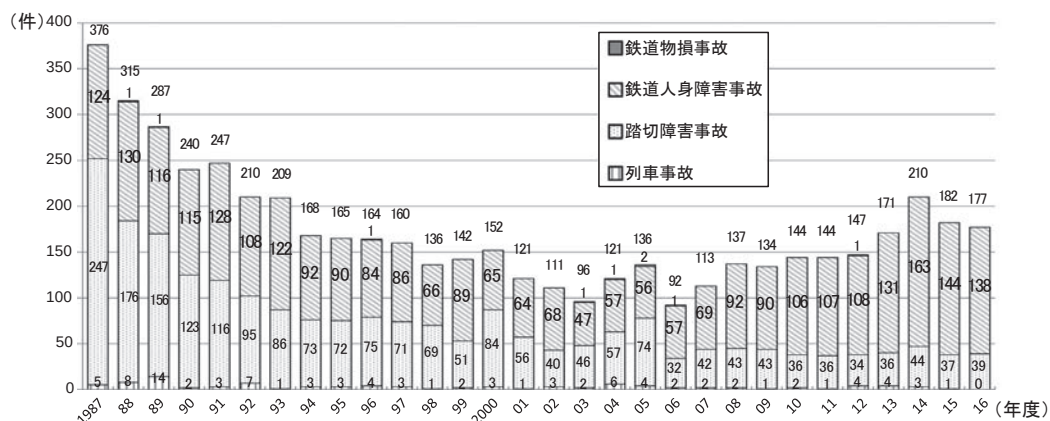
1. はじめに

JR東日本では、1987年4月の会社発足以来、「安全」を経営の最重要課題と位置づけ、ハード・ソフト両面から「究極の安全」をめざした安全性向上の取組みを継続して行っています。また、2014年4月からは第6次となる安全5カ年計画「グループ安全計画2018」を策定し、「お客さまの死傷事故ゼロ・社員の死亡事故ゼロ」の実現に向け、JR東日本グループ一体となって取り組んでいます。

こうした取り組みの結果、会社発足から現在までの鉄道運転事故の発生状況は、図2のとおりであり、会社発足当時と比較すると着実に減少してきています。しかしながら、近年では踏切障害事故、鉄道人身障害事故の発生件数が下げ止まり傾向にあるほか、鉄道運転事故には至っていないものの、お客さま・社員の死傷につながる可能性のある事象も発生しており、「究極の安全」をめざして、さらにもう一歩踏み込んだ取り組みを継続していく必要があります。



図1 グループ安全計画2018の全体像



鉄道物件損事故:列車または車両の運転により500万円以上の物損が生じたもの
 鉄道人身障害事故:列車または車両の運転により人が死傷したもの
 踏切障害事故:踏切道において列車または車両が通行人などと衝突・接触したもの
 列車事故:列車衝突事故、列車脱線事故、列車火災事故

図2 鉄道運転事故件数の推移

2. 「グループ安全計画2018」において取り組んでいる主なハード対策

当社は、安全性向上に取り組むにあたり、安全文化の定着・深度化や、安全に関する人づくり・マネジメント体制の強化など、組織・体制面から安全のレベルアップを図っていく一方、新技術の導入やシステム化等によるハード面からのリスク低減も極めて重要な施策と位置づけ、技術開発部門と鉄道事業部門が緊密に連携を取りながら、さまざまな安全設備の整備に取り組んできました。

また、グループ安全計画2018においても「安全設備重点整備計画の推進」を4本柱の一つに掲げ、着実にリスクを低減させる安全設備（ハード対策）への投資を積極的に推進しており、会社発足以降、総額3.7兆円の安全投資を実施してきました。

本稿では、グループ安全計画2018において明確化した3つの目指す方向（1）「部内原因による事故→完封する」（2）「外的要因による事故→計画的にリスクを低減させる」（3）「社会とのかかわりが密接な事故→社会と協調し、総合的な施策を展開する」に沿って、同計画の中で推進している主なハード対策について紹介します。

（1）「部内原因による事故→完封する」

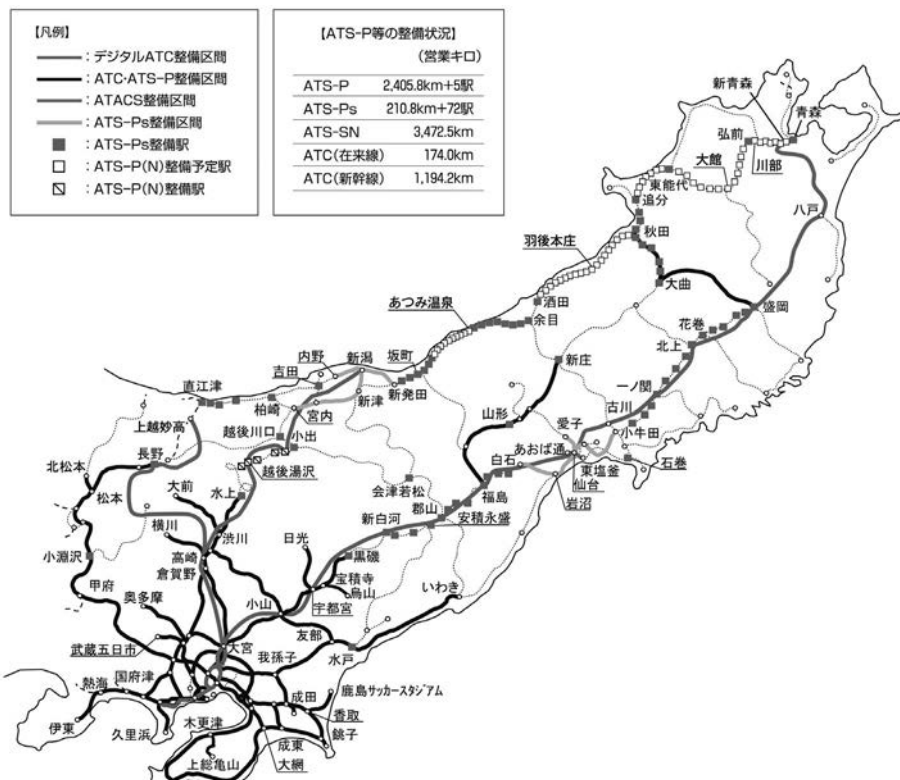
鉄道の運行や保守作業の仕組みのレベルアップを通して、当社グループの社員の取扱いや設備の保守作業等に起因する事故をゼロに抑える取組みを実施しています。

○保安装置（ATS・ATC等）の機能向上

信号冒進等による列車衝突・脱線事故を防止するため、従来から首都圏の在来線及び新在区間（山形新幹線・秋田新幹線）を中心に、速度照査パターンによるブレーキ制御機能を持つATS-P（それ以外の線区ではATS-Ps）の整備を実施してきました。

当初は主として信号冒進を防止する目的で整備を行っていましたが、速度制限箇所に対する制御機能を活用してさらに安全性向上を図るため、曲線・分岐器・線路終端部・下りこう配等の速度制限箇所に対するATSの整備を進めています。2006年7月の「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の改正により10年以内に整備することが義務付けられた箇所については、2015年度末までに整備を完了したほか、省令による整備期限のない箇所についても一部の分岐器や下りこう配を除き、概ね整備を完了しています。

なお、新幹線及び山手線、京浜東北・根岸線ではアナログ方式からデジタル方式のATC（自動列車制御装置）への更新が完了しているほか、これまでATS-Psの導入を進めてきた首都圏以外の在来線線区についても、将来的にはATS-Pへの統一を進めていくこととしています。



○無線による列車制御システム(ATACS: Advanced Train Administration and Communications System)

走行する列車自らが在線位置を検知し、その情報を無線を使って車上・地上間で通信することにより列車間隔を制御するATACSを2011年10月に仙石線あおば通～東塩釜駅に導入し、2014年12月には踏切制御機能も使用開始しました。ATACSの導入により、地上設備がスリム化されメンテナンスが簡素化されるとともに、設備数の削減により安定性の向上に寄与することも期待されます。なお、2017年秋には、首都圏で初めて埼京線(池袋～大宮駅間)にも従来のATCに代えて、ATACSを導入する予定です。



図4 ATACS概念図

○「通告伝達システム」と「運転規制情報連絡システム」

首都圏については、2007年より順次導入を開始したデジタル列車無線を活用し、運転台モニタに発着線変更や速度規制等の情報を送り、乗務員に通告を行う「通告伝達システム」を導入していますが、これ以外の線区では、一般携帯電話網を使用し、乗務員が携帯するタブレット端末に強風や大雨等に伴う徐行等の情報を送信し、速度超過防止を促すシステム「運転規制情報連絡システム」の導入を進め、現在36線区にて使用を開始しています。

なお、首都圏以外の在来線の列車無線についても2022年頃までに順次デジタル化を進めていくこととしています。



写真1 運転規制情報連絡システムのタブレット画面

○列車接近警報装置

保守作業に従事する地上作業員の安全性向上を目的に、列車見張員による列車確認に加えて、列車の接近を地上作業員に知らせる列車接近警報装置の整備を進めています。軌道回路のある線区では、軌道回路で検知した列車の接近情報を地上作業員が持つ受信機に伝送し、警報を鳴動させる「TC型無線式列車接近警報装置」の整備を完了したほか、軌道回路がない線区においては、列車にGPS車載装置を搭載することで列車位置を検知し、列車の線路上の位置と地上作業員が持つ作業員用端末との距離を計測して、警報を鳴動させる「GPS列車接近警報装置」の整備を順次進めています。

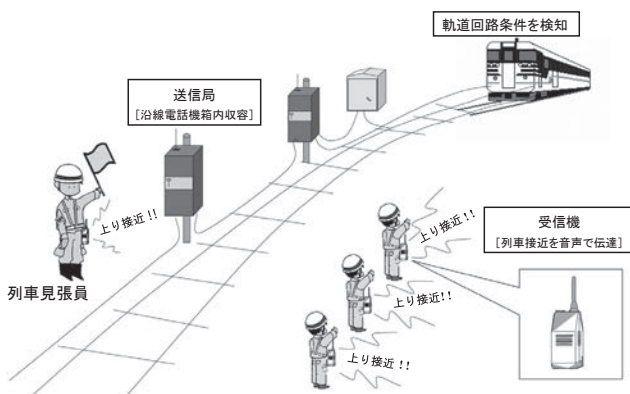


図5 TC型無線式列車接近警報装置概念図

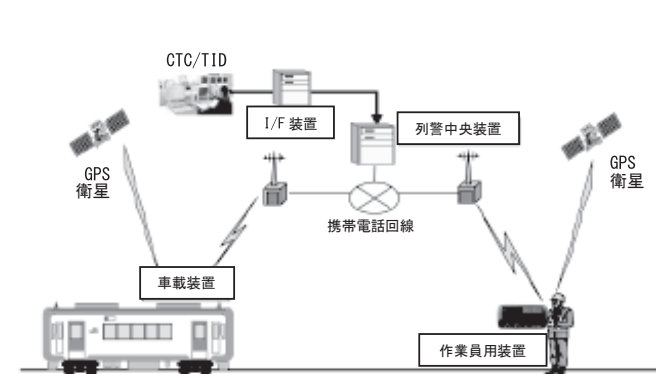


図6 GPS列車接近警報装置概念図

○衝突防止支援無線システム(SBS無線)

2014年2月に京浜東北線川崎駅構内で発生した列車脱線事故を受け、作業中の緊急時における列車停止手配を補助するために「衝突防止支援無線システム」を開発し、現在までに工事管理者、線閉責任者等を対象として約4,600台の無線機を導入しています。このシステムは、異常時が発生し列車を急遽停止させなければならない場合に、地上の係員等が専用の無線機端末を操作し、緊急事態の発生を付近の列車に音声で知らせるもので、列車防護の補助手段として使用しています。

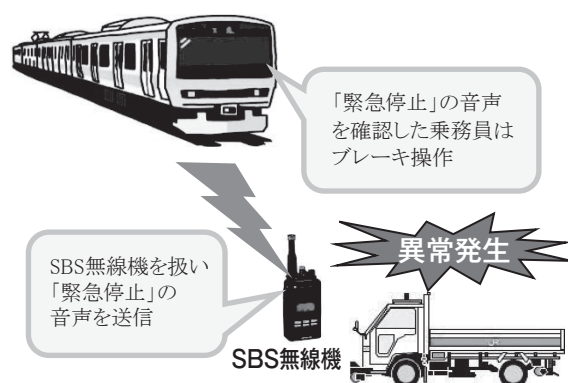


図7 衝突防止支援無線システム概念図

○線路閉鎖等取扱業務のシステム化

首都圏のATOS(東京圏輸送管理システム)区間における線路閉鎖の手続きは、ATOSの「保守作業管理システム」を使用することにより安全性の向上を図ってきましたが、そのほかのCTC(列車集中制御装置)区間についても線閉着手・終了をシステム化し、指令との会話におけるヒューマンエラーを防ぐ「線閉受付支援システム」の導入を進めています。

さらに、線路閉鎖工事等の実施件数が多い区間や、取扱い誤りが生じた場合の輸送影響が懸念される新在区間については、機能をより充実させた「線閉・保守作業手続きシステム」を開発し、導入を進めていきます。

○車両の安全対策

2015年11月から山手線に投入している新型車両E235系では、耐オフセット衝突構造を採用し、衝突に強い車両とするともに、荷物が挟まれた場合でも荷物を引き抜きやすい改良型戸閉装置を採用し、安全性の向上を図っています。また、車両故障の予兆把握や事前の対処、故障発生時の迅速な復旧を目的に、車内・車外間の情報ネットワークを強化し、常に機器類の状態監視を行っています。

(2)「外的要因による事故→計画的にリスクを低減させる」

自然災害等の外的要因に起因する事故に対しては、発生後の被害を最小限に食い止めるため、計画的にリスクを低減させる取組みを実施しています。

○大規模地震対策

東日本大震災以降進めている耐震補強対策については、2012年度に工事着手し、従前から取組んできた高架橋柱、橋脚、駅舎の耐震補強に加え、盛土や駅天井等の耐震補強工事を進め、2016年度末時点で計画数量の約8割が完了しました。このほか、首都直下地震の想定震度の変化や最新の活断層の知見に基づき、設備ごとの地震による損傷リスクや線区における地震の影響等を考慮しつつ、これまで実施している対策のエリア拡大および新たな対策の実施を検討していきます。



写真2 耐震補強例

また、新幹線の脱線・逸脱防止対策として、仮に脱線した場合においても、線路から大きく逸脱することを防止するL型の逸脱防止ガイドを全車両の台車に取り付けていますが、レールの締結金具が破損した場合にレールによるガイド機能を維持するレール転倒防止装置についても南関東・仙台エリアに引き続き、順次設置拡大を進めています。

さらにこれまで、沿線及び海岸に設置された地震計により地震の初期微動(P波)を検知し、変電所からの送電を停止することで、いち早く列車を停止させる「新幹線早期地震検知システム」の導入や、地震計の増設、緊急地震速報の活用等を進めてきましたが、地震発生直後により早く減速・停止させるため、国立研究開発法人防災科学技術研究所が太平洋に設置を進めている海底地震計を活用する研究開発も推進しています。

○津波対策

2011年3月11日に発生した東日本大震災の教訓を踏まえ、津波注意区間の始末端標の整備、避難経路の整備(一部)、ルール・マニュアルの制定等を行い、津波を想定した避難訓練等も実施していますが、列車運行中の乗務員による乗客の避難誘導を支援する手段として、「津波避難ナビシステム」を開発し、乗務員が所持しているタブレット端末に導入しています。

「津波避難ナビシステム」は、タブレット端末のGPS位置情報およびコンパス機能により、地図上で現在地が津波注意区間であるか否かが即座に判断できるほか、自分の向かっている方向や、避難場所への道順等が把握できます。また、交差点などでは現地の写真と行き先の方向が表示され、不慣れな場所でも迷わずお客さまを避難誘導することが可能です。

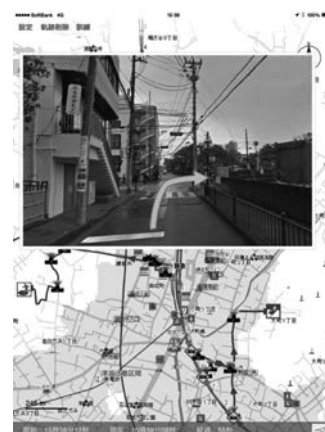


写真3 津波避難
ナビシステム画面

○強風対策

2005年12月25日に発生した羽越本線列車脱線事故を契機として、風速計や防風柵の増設などの強風対策を実施しています。風速計については風による運転規制区間には基本的に複数設置することとしたほか、防風柵設置箇所にも増設を行うこととし、これまでに約700基の増設を行いました。また、防風柵についても2006年以降25か所に設置しました。



写真4 風速計



写真5 防風柵



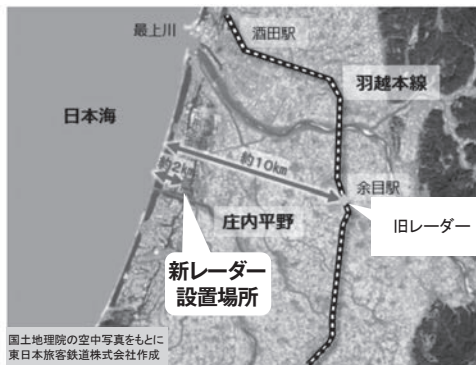
京葉線 潮見～新木場間

このほか、常に変動しながら車両に作用する風の力を適正に評価し、より的確な運規規制を行うための手法として、①「風速計による、より適切な風観測の方法」、②「線路の状況や車体形状等を加味した風に対する車両の耐力の計算方法」について、社外有識者からのご意見を取り入れつつ、これまで研究を進めてきました。

この新たな手法は、2011年12月の羽越本線(2区間)から導入を開始し、現在までに5線区16区間(1線区5区間は②のみ)に導入しています。

○突風対策

羽越本線列車脱線事故を受け、余目駅にドップラーレーダーを設置し、気象研究所と共同で突風を探知するための研究開発を進めてきましたが、これまでの研究成果を踏まえ、観測精度・範囲の向上を図った新しいドップラーレーダーを、平成28年度下期に山形県酒田市内のより観測に適した場所に設置し、データ観測を開始しました。今後、この新しいシステムを使用した列車運規規制の実用化を進めていきます。



項目	旧レーダー	新レーダー
アンテナ径	1.2m	2.0m
観測範囲	半径30km	半径60km
海岸からの距離	約10km	約2km

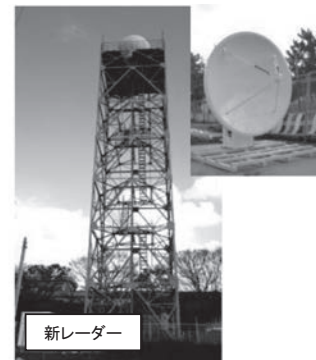


図8 新旧ドップラーレーダー比較

○局地的豪雨対策

近年、局地的に短時間で急激に降る「局地的大雨」が増加しつつあり、鉄道雨量計(=点の観測)では捕捉できない災害の発生が懸念されますが、気象観測技術の高度化により、気象レーダなどの精度の高い降雨情報(=面の観測)の活用が可能となってきました。今後、従来の鉄道雨量計(実効雨量)による規制に加え、気象庁や国土交通省が整備しているレーダ雨量観測網のデータを基に検証を行い、気象レーダによる運転規制の導入を目指していきます。

(3)「社会とのかかわりが密接な事故→社会と協調し、総合的な施策を展開する」

駅ホームでの転落・接触事故や踏切での事故については、お客さまや地域の方々とも協調・連携し、各種キャンペーンなどを通じてその回避にご協力いただくとともに、鉄道事業者として、ホームドアや踏切支障報知装置の設置等のハード対策も着実に実施するなど、さまざまな取り組みを総合的に展開しています。

○ホームドアの整備

当社では、2010年度よりホームドアの整備に取り組んでおり、2016年度までに山手線全29駅のうち、大規模改良工事を予定している東京、新橋、浜松町、渋谷、新宿の5駅を除く24駅及び京浜東北線の赤羽駅に整備しました。2017度には浦和駅、さいたま新都心駅、上野駅、大井町駅、鶴見駅に整備するほか、2018年度以降、引き続き山手線全駅(品川新駅(仮称)含む)、京浜東北線・根岸線(大宮～桜木町間)全駅への整備を進めていきます。その他、総武快速線新小岩駅、中央線緩行線千駄ヶ谷・信濃町駅への整備にも着手します。

また、従来のホームドアより開口部が広く、低コストで工期短縮も可能な新たな形式のホームドア(スマートホームドア®)を横浜線町田駅に設置しており、今後の展開に向けた検証を進めています。その他、八高線拝島駅には昇降式のホーム柵を試行導入しています。

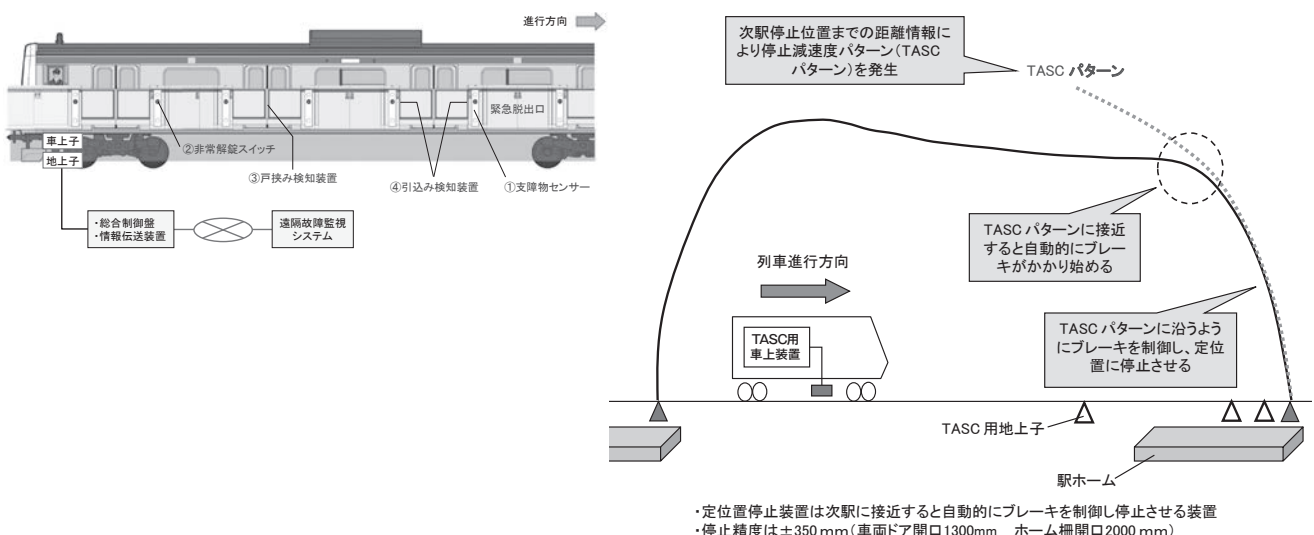


図9 ホームドアの機能と列車停止制御



写真6 ホームドア（京浜東北線赤羽駅）



写真7 スマートホームドア®（横浜線町田駅）



写真8 昇降式ホーム柵（八高線拝島駅）

○CPライン

CPとは、「Color Psychology（色彩心理）」の略であり、人が危険と感ずる度合いが高い色彩を用いてホーム端部にラインを引くことにより、お客さまに対し、ホーム端部の危険性を視覚的・心理的に注意喚起を行うものです。CPラインは、2016年度末までに渋谷駅、横浜駅など15駅に整備し、設置効果の確認を行っています。今後、ホームの混雑状況・構造等のほか、ホームドアの整備計画との整合も勘案しながら整備を進めていきます。



写真9 CPライン

○列車非常停止警報装置

ホーム柱に設置している「列車非常停止警報装置」については、これまで東京70km圏の乗車人員1万人/日以上駅及び新幹線全駅等に設置していますが、引き続き増設を進めるとともに、異常時に容易に扱っていただけるよう、視認性の向上を図っています。さらに、他のホームにいるお客さまが転落等の事故を発見して緊急に列車を止めたり、ホームのどちら側の非常停止ボタンを扱っても列車と止めることができるよう、防護範囲の拡大を進めています。

○高解像度ITV装置

車掌がホーム上でドア閉扉及び発車時の安全確認を行う際に使用するITV装置について、より大型化・高解像度化することにより視認性向上を図った新しいITV装置の導入を一部の駅で開始しています。今後ホームの形状・混雑状況や既存ITV装置の老朽取替計画等も勘案しながら拡大を検討していきます。

現在のITV装置	新しいITV装置(例)
15インチ(4:3横型) 解像度:600×400ドット程度	21インチ(16:9縦型) 解像度:1920×1080ドット

図10 ITV装置の概要

○障害物検知装置

自動車が立ち往生した場合等、踏切内の障害物を検知し、列車に危険を知らせる障害物検知装置については現在、約2800箇所（1・3種踏切の約4割）に設置していますが、引き続き着実に設置拡大を進めるとともに、より検知精度の向上を図った高機能型3次元レーザレーダ方式の障害物検知装置の開発を進めていきます。



写真10 3次元レーザレーダ方式の障害物検知装置

○踏切支障報知装置

ドライバーや通行者が扱うことで列車に危険を知らせる踏切支障報知装置については、現在、約4600箇所（1・3種踏切の約7割）に設置していますが、引き続き設置拡大を進めるとともに、すべての押しボタンについて、高輝度化による視認性向上や誰にでも分かりやすい表記（ふりがな・英字）への見直しを進めていきます。



写真11 踏切支障報知装置

(4) その他

○教育訓練設備の拡充

鉄道システム全体の安全性向上のためには、以上に述べたようなハード対策によるリスク低減も重要ですが、人間がシステム要素として介在する以上、それを取り扱う社員のスキルアップ・安全意識の向上に向けた教育・訓練も同様に重要です。昨今、当社が直面する急速な世代交代や、水平分業（外注化）の拡大、業務のシステムチェンジ等の環境変化を踏まえ、仕事の趣旨・目的や設備の構造・動作原理等を理解するための本質的な教育や、より実践的で体験を重視した訓練を行えるよう、VRなどの新しい技術も取り入れながら、さまざまな教育訓練設備の整備を行っています。また、グループ各社で保有する訓練用教材や設備を相互に活用する取り組みも推進しています。



図11 教育訓練設備（例）

○「事故の歴史展示館」の拡充

2002年にJR東日本総合研修センター内に開設した「事故の歴史展示館」は過去の事故の悲惨さや恐ろしさを学ぶ施設として、事故の概要や対策の資料などを展示し、社員研修等に活用しています。当社発足30年を迎え、あらためて過去の事故を忘れることなく大切に引き継ぐために、また、「より深く過去の事故の教訓を学ぶ・感じる」ことを目指し、「事故の歴史展示館」のリニューアルを計画しています。デジタルサイネージ等を多用し、より効果的で分かり易く、さらなる安全意識の向上に資する施設への拡充を図ります。

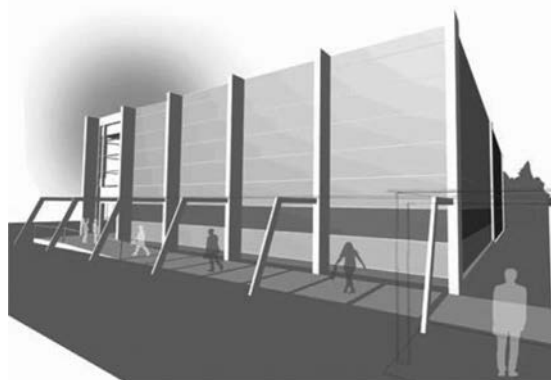


図12 事故の歴史展示館リニューアル（イメージ）

3. さらなる安全のレベルアップに向けて

当社は発足30周年という節目を迎えましたが、「究極の安全」を目指す挑戦に終わりはありません。次代に向けて安全性のさらなるレベルアップを図っていくにあたっては、組織や体制の整備などのソフト面からの取り組みに加えて、技術開発の成果を積極的に取り入れた新たなハード対策の導入や、IoT、ビッグデータ、AIなどの活用を通じたリスクのモニタリングや事故の未然防止の取り組み等を総合的に進めていくことが、その要諦になると考えています。

これからもお客さまに信頼される安全な鉄道システムの構築に向け、JR東日本グループの総力を挙げて取り組んでいきます。