

「究極の安全」をめざして

東日本旅客鉄道株式会社 執行役員 安全企画部長
西野 史尚

1. はじめに

このたびの大震災により、亡くなられた方々のご冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された地域の皆さま、その家族の方々に心よりお見舞い申し上げます。

私たちは鉄道輸送サービス・東北エリアの観光促進・生活サービス事業を通じて東日本エリアの復興に取り組んでまいります。

JR東日本グループにとって、安全を確保し、お客さまに安心してご利用いただくことは最優先課題であり、今日に至るまで、一歩ずつ安全対策を進めてきました。

現在、会社発足から24年が経過しましたが、この間4回に亘る安全5カ年計画による総投資額の4割を超える安全投資、チャレンジ・セーフティ運動の展開、安全研究所や支社安全対策室（現安全企画室）の設立等を行うなど、ソフト・ハード両面において「究極の安全」をめざしたさまざまな取り組みにより、安全レベルの向上に努めてきました。

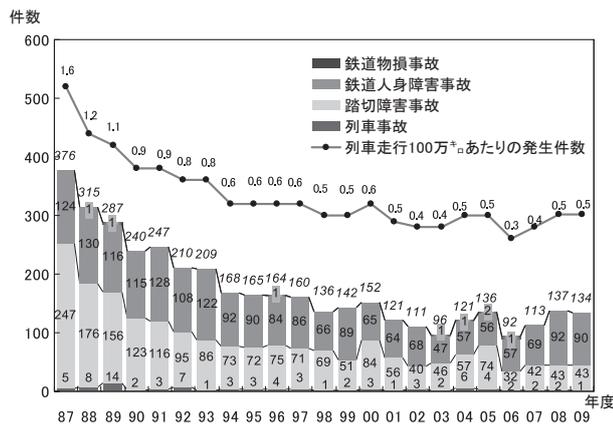


図1 鉄道運転事故件数の推移

しかしながら2004年10月に発生した新潟県中越地震によって、新幹線では開業以来はじめて営業運転中の脱線事故が発生、また2005年12月に羽越本線で脱線事故が発生し、5人のお客さまがお亡くなりになり多くのお客さまがケガをされました。「究極の安全」に向けた取り組みには、まだ多くの課題が残されています。

当社では、2008年度からグループの長期の経営構想として「グループ経営ビジョン2020-挑む-」をスタートさせました。

これは、変貌する経営環境を見据え、自らの役割と責任を果たすため、「挑む」という言葉を経営の根幹に置き、ビジョンの実現に向けて一丸となった新たな取組みです。

また2009年4月1日より「お客さまの死傷事故ゼロ、社員（グループ会社等社員を含む）の死亡事故ゼロ」を目標とした「安全ビジョン2013」を推進し、2011年度は3年目を迎え、折り返しの年でもあります。

当社は、安全向上の取組みにあたって、技術開発・システム化を最も重要な柱のひとつと位置づけており、本稿では最初にJR東日本でこれまで開発してきた安全システムなどについてご紹介します。そして「安全ビジョン2013」の新たな視点の一つである「想定されうるリスク評価による事故の未然防止」の考えに基づく現在までの具体的な取組み状況についてご説明します。

2. JR東日本開発の安全システム

人間の注意力は絶対では無く、さまざまな要因が重なりあった結果、誤った行動をしてしまうことが多々あります。エラーは平常時にうっかり間違ってしまうということの他、異常時の焦った状況で普段通りの行動が出来ない場合に発生する確率が高い傾向にあります。そのためにも人間が誤った行動をとった際、それを防止するにはハードやシステムによるバックアップ対策が必要であり、弊社では現在までに技術企画部・研究開発センターを中心にさまざまな安全対策の技術開発を行ってきました。これらの技術は、安全の向上に大きく寄与しております。その一部について、開発の経緯および概要をご紹介します。

○ TC型無線式列車接近警報装置

鉄道施設の点検などは鉄道沿線で行うことが多いため、列車に作業員が誤って接触し重大な事故となるおそれがあります。そのため列車見張員を配置して事故の防止を図っていますが、この体制は見張員の注意力だけに依存するため、列車見張員や作業員に“列車の接近”をアナウンスして支援する、「TC型無線式列車接近警報装置」を開発し導入しています。本装置は、軌道回路で列車接近を検知し、沿線電話機用回線でその情報を伝送して、沿線電話機箱内に収容された送信局から電波を発信します。これを作業員

Special feature article

全員が携帯した受信機で受信し、「上り接近」「下り接近」「上り下り接近」などの音声で列車接近が伝達されます。

列車が接近していない時は、受信機は常時一定間隔で「ピーピー」と確認音が流れ、故障したときにも分かるようになっています。

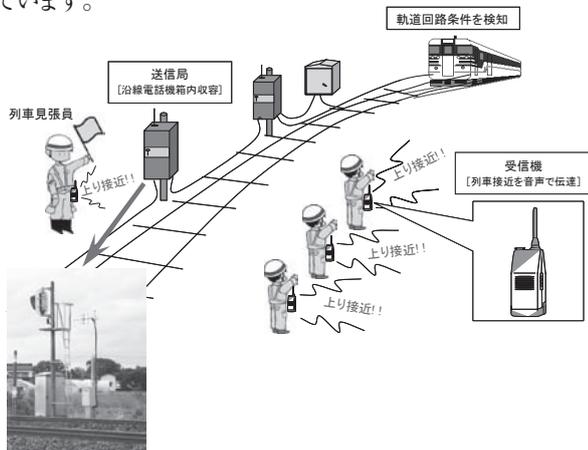


図2 TC型無線式列車接近警報装置

○新幹線保守作業安全システム

新幹線保守作業において、保守用車同士の衝突防止、走行時の分岐器割出し防止、そして未承認区間進出防止を目的に開発されたもので、現在すべての新幹線保守用車に導入されています。ハンディターミナルからの進路情報と走行キロ程情報などから移動可能範囲を算出し、保守用車の安全を確保しています。

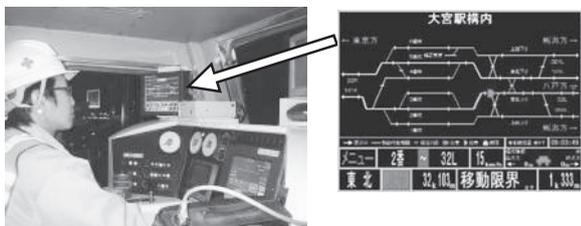


図3 新幹線保守作業安全システム

○保守用車の短絡走行化

保守作業は、線路内又は線路に近接して作業を行うため、作業員の安全確保が極めて重要となります。また、保守用車の大型化に伴い、列車との衝突が重大な事故につながる可能性が高まっているため保守用車の短絡走行化や、線路閉鎖に関連する作業のシステム化などを推進するとともに、「列車運行と保守作業の分離」をめざした作業環境の整備を進めています。

保守用車を短絡走行させることにより、関係信号機を「赤」にして、列車と保守用車の衝突防止を図る。

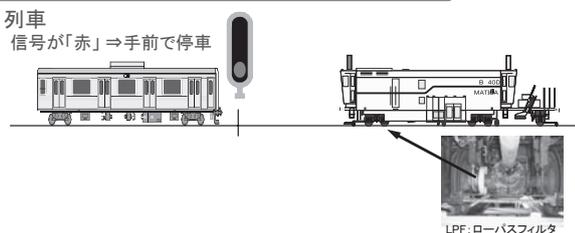


図4 保守用車短絡走行

○ATS-Ps システム

首都圏以外のATS-SN区間の安全性の向上を図るため、既存のATS-SNシステムをベースに改良を加え、低コストで速度照査パターンによる速度照査機能や車上タイマーによる速度照査機能などを付加したATSシステムです。2001年度に仙山線で使用を開始し、順次整備を進めています。

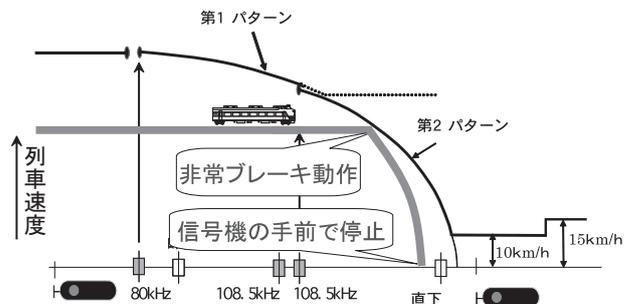


図5 ATS-Psシステム

○超音波式ホーム検知装置

超音波センサーでホームの有無を検知し、ホームが無いところではドアが開かない安全装置で、乗務員の誤開扉事故を防止します。2006年度より京浜東北線にて使用を開始しています。

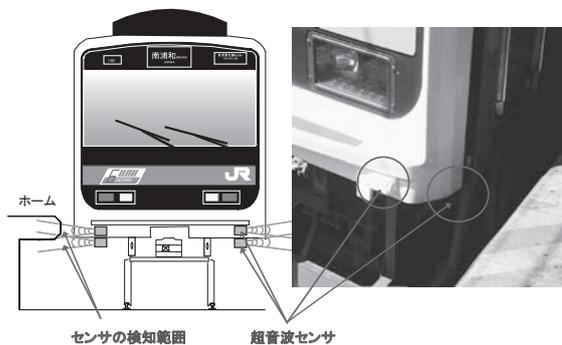


図6 超音波式ホーム検知装置

○防護無線自動発報システム

脱線事故の発生など緊急に周囲の列車を止める必要があるとき、乗務員は運転台に備え付けてある防護無線機を扱います。他の列車が防護無線を受信して緊急停止することにより、列車同士の衝突などの併発事故を防止します。一方で、乗務員が速やかに防護無線を扱えない状況も踏まえ、併発事故を確実に防止するため、「防護無線自動発報システム」が導入されています。



図7 防護無線自動発報システム

無線自動発報装置」を開発しました。2008年度から京浜東北線のE233系車両で使用を開始し、現在、首都圏の在来線に順次導入を進めており、列車運行の安全性をより高めていきます。

防護無線自動発報装置では、加速度センサーにより車両の振動・傾斜の状態をモニターしています。それにより衝突・脱線・転覆を検知した場合、自動的に防護無線の緊急停止無線を送信します。また、この装置は、編成前後の運転台に搭載された防護無線機を同時に動作させ、衝突により先頭車両の防護無線機やこの装置が損壊した場合でも、後部車両から防護無線を送信することで併発事故を防止できるしくみとしています。

○傾斜検知型洗掘検知装置

洗掘(水流により橋脚の基礎付近の土砂が掘られること)被害などにより傾斜した橋梁へ列車が入らないようにするために、橋脚傾斜を検知し警報を発するものです。

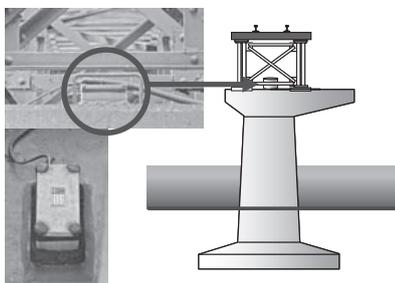


図8 傾斜検知型洗掘検知装置

○SI 値による地震時運転規制の導入

従来は、地震時の運転規制を最大加速度gal値によって行っておりましたが、実際の地震の影響と運転規制の程度に乖離がありました。そこで、新たな指標として、地震時の

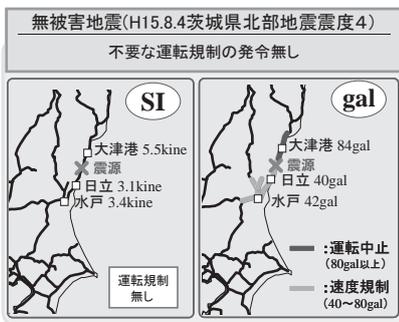


図9 SI値による地震時運転規制

被害発生程度と相関の高いSI値を導入することとしました。SI値の導入によりこれまでの規制と同等以上に安全を確保しながら無用の運転規制を減少させる成果が出ています。2003年度から在来線へ、2005年度から新幹線へ導入されています。

○強風警報システム

従来の強風時の運転規制ルールでは、強風の継続時間が一瞬であっても、様子見時間の運転規制が実施されるため、しばしば大きなダイヤ乱れの原因となっていました。

そこで、時系列解析の方法を用いて現在までの観測風速から数十分間先までの風速変動を予測し、この予測風速に基づいて運転規制の発令・解除の判断を行うシステムの開発を行いました。これにより、これまでのルールと同等以上の

安全性を保ちながら、運転規制時間を短縮することが可能となりました。2005年度より京葉線に導入され、現在、在来線全線区に導入完了となりました。

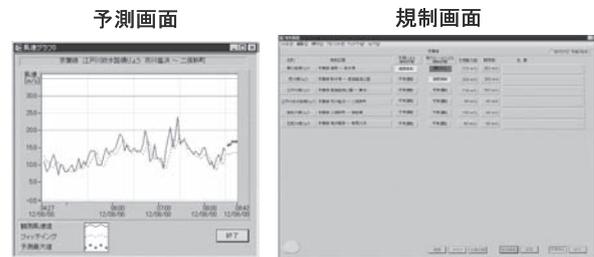


図10 強風警報システム

○実効雨量の導入

雨による運転規制については、従来「時雨量」と「連続雨量」を指標としていましたが、2008年6月に、降雨時の土砂災害との関連性がよい3種類の「実効雨量」に全面的に切り替えました。「実効雨量」とは降った雨が時間の経過とともに浸透・流出することで変化する土中の水分量を表すもので、降雨災害の多くは地盤に浸み込んだ雨水によって引き起こされることから、より適した指標です。線路およびその周辺の地質、地形および過去の災害履歴を反映して、3種類の「実効雨量」を設定することで、これまでの規制と同等以上に安全性を保ちながらよりきめ細かく適切な運転規制が可能となります。

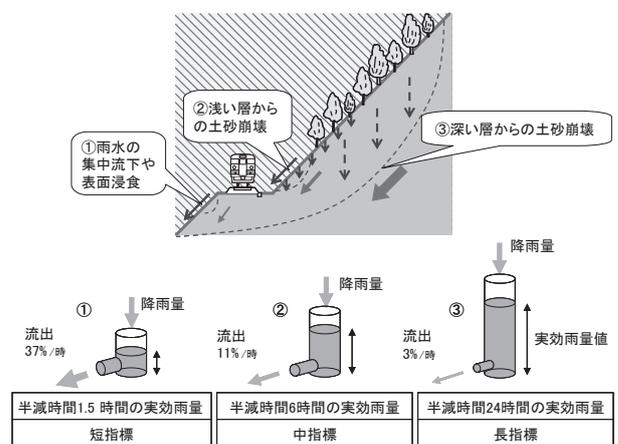


図11 実効雨量

3. 「安全ビジョン2013」

「安全ビジョン2013 ～自ら考え自ら行動して挑む安全～」は、これまで実施してきた施策を確実に進めるとともに、システム化の進捗や世代交代への対応、またグループ会社・パートナー会社との業務が増加するなど当社を取り巻く環境の変化に対応した視点も加え、「究極の安全」に向け挑戦することを目指して策定しました。

この「安全ビジョン2013」では、特に重点を置いた視点として次の2つがあります。

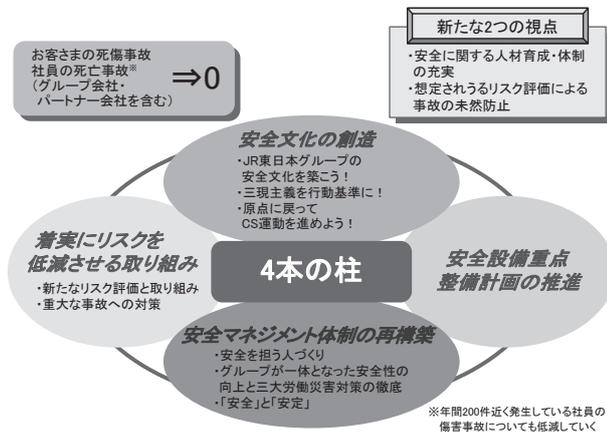
○安全に関する人材育成・体制の充実

急速な世代交代などをふまえ、安全に携わる人材育成が重要であると考え、安全の核となる人材を育てるほか、グループ全体での安全推進体制の充実も進めることとしました。

○想定されるリスクの評価による事故の未然防止

過去に発生した鉄道運転事故などの再発防止中心の対策に加えて、新たな評価方法により抽出したリスクに対し、未然防止の対策を進めることとしました。

この2つの視点をもとに、「究極の安全」に向けて具体的に挑戦していく分野として、以下に掲げる4本の柱を中心に、「お客さまの死傷事故、社員（グループ会社等社員を含む）の死亡事故“ゼロ”」の達成をめざしています。



3.1 着実にリスクを低減させる取り組み

安全ビジョンの4本の柱の一つに「着実にリスクを低減させる取り組み」があります。従来の重大事故防止対策は、発生した事故・事象に対し「再発防止」主体の対策を行ってきました。今後もこの取り組みは継続していきますが、一方で発生頻度はある程度あるものの、これまで幸いにも大きな被害に至っていないために過小評価されている事象があります。例えば「踏切事故」は、JR発足以降では、脱線して対向線路を支障した事象は発生していますが、大事故につながったものではありません。しかし、このような場合に対向列車が来ていれば「複合事故」となり、最悪の事態になりうるリスクが潜んでいると考えられます。

そこで、「安全ビジョン2013」では、被害の小さな事象も含めて過去に経験した事象の発生頻度から被害の最大規模を想定し、リスク評価を行い優先度の高いものから「未然防止」を図るという考え方を導入し、安全性を高めていくこととしました。

被害の想定ランクを以下のように分類し、各事象の発生頻度との相関を分析します。図13がその一例です。

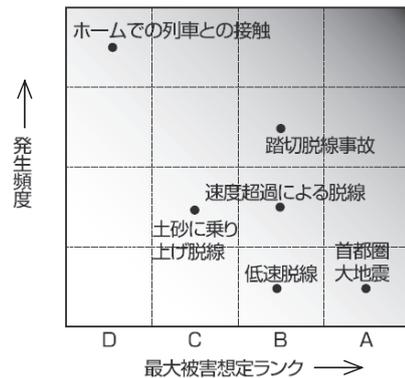


図13 各事象の発生頻度との相関

グラフの背景の色の濃淡は優先順位を示すものです。すなわち発生頻度が低くても大きな被害につながるものや個々の被害は小さくとも発生頻度の高いものしっかりと対策を打っていくという考え方です。このような新たな考え方により、以下のような取組みを中心に進めています。

大地震の対策

早期検知・早期列車停止・線区単位での耐震対策の検討など

踏切事故の対策

直前横断や複合事故防止への取り組み、危険を見極めた踏切障害物検知装置設置（首都圏以外）など

速度超過・通告誤りの対策

<運転士>

ATS-PPsの整備、臨時徐行実施時の失念対策 など

<指令>

列車無線の整備、乗務員への伝達方法の自動化 など

低速乗り上がり脱線の対策

「実験線」を整備し、脱線のメカニズムを究明 など

駅ホームでの安全対策

ホームドアの設置、列車非常停止警報装置の増設、エスカレーター・エレベーターの安全対策実施、お客さまの滞留を抑制する対応 など

災害の対策

確実な落石・土砂崩壊対策の実施 など

3.2 安全設備重点整備計画

当社では会社発足以降過去4回の安全5ヵ年計画を通じ、約2.4兆円以上の安全に関わる投資を継続してきましたが、「安全ビジョン2013」における、安全に関わる投資額は5年間で約7,500億円を見込み、ハード・ソフト両面からの安全設備重点整備計画として実施中です。

①踏切事故防止

踏切の事故防止対策として、踏切障害物検知装置の設置拡大に加えて、直前横断対策として視認性を向上させた新たなしゃ断桿等の開発・設置を検討しています。

また、今後は踏切の複合事故を防ぐ対策として、逸脱防止ガードなどを整備し、踏切の事故防止に努めていきます。



図14 逸脱防止ガード

②列車脱線衝突事故防止

列車脱線衝突事故防止として、連続速度照査機能を持つATS（ATS-P/Ps）を整備するという方針の下で現在、設置を進めています。

ATS-Pは首都圏を中心に整備を続けており、2010年度末現在で2,336.1kmに整備しました。一方、首都圏以外の線区については、低コストで連続速度照査機能を有するATS-Psを、これまで仙台圏と新潟圏を中心として227.7km及び34駅に整備しました。今後もこれらの整備は継続していきます。

また速度超過に対する事故防止対策として、曲線部、分岐器、線路終端部、下り勾配へのATSの設置にも取り組んでおり、うち曲線部については2009年度末までに計画していた全1,470箇所への整備を完了しました。その他の箇所への設置についても2015年度末までに整備を完了させる予定です。

またデジタル方式による車上主体型のATCの導入を進めており、これまで東北新幹線（東京～新青森間）、上越新幹線（大宮～新潟間）、京浜東北・根岸線全線および山手線全線で使用を開始しています。

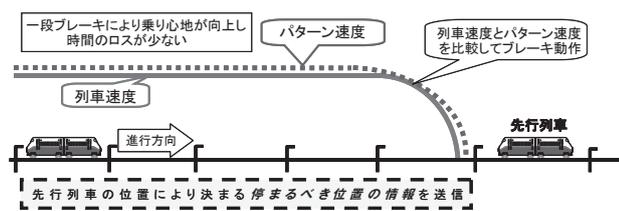


図15 デジタルATC

③駅ホームでの事故防止

駅ホーム上での鉄道人身障害事故対策も大きな課題のひとつです。その安全対策としては、列車非常停止警報装置

などの整備充実を図るとともに、ホームドアを山手線の恵比寿駅と目黒駅へ先行導入しました。ホームドアについては先行で導入した2駅で、技術的な課



図16 山手線恵比寿駅ホームドア

題、列車運行に与える影響についてのノウハウを蓄積し、検証結果を3駅目以降に反映し、山手線の全駅に整備を進めていきます。

④災害対策

当社では、災害対策として防災情報システムPreDAS（Prevention of Disaster Alarm System）を導入し、安全な列車運行を確保しています。

このうち強風対策については、在来線全線区に強風警報システムの設置を完了し、また規制区間の追加設定を進めたほか、防風柵の設置を行っています。また、突風対策として、羽越本線余目駅にドップラーレーダーを設置し竜巻などの突風の捕捉の研究を行い、列車運転規制への応用を検討しています。

大規模地震対策については、阪神淡路大震災などの教訓を踏まえ、高架橋などの補強工事を前倒して施工しており、せん断破壊先行型については、新幹線・在来線ともに計画した工事を完了しました。今後は曲げ破壊先行型の中で耐震性の低いものについて、補強を行っています。また、2004年に発生した新潟県中越地震の教訓を活かし、新幹線の車両や軌道などへの対策を進めています。更に地震計を増設するとともに、海洋型の地震を早期検知するために海岸地震計を設置し、地震発生時にいち早く列車を停車させる仕組みを構築してきました。

なお2011年3月11日に発生した東日本大震災では、お客さまが乗車中の新幹線につきまして脱線はありませんでした。

今回の地震からも教訓を学びとり、今後の大地震発生に備えた対策などを進めていきます。



図17 高架橋の耐震補強

4. おわりに

「安全の追求」に終わりはありません。安全とは、人間の英知と努力を常に傾け、創り上げてゆくものであり、安全向上の実現にあたって、技術開発の果たす役割は果てなく大きいと考えています。

2011年度は「安全ビジョン2013」の3年目であり、折り返しの年でもあります。今後とも現場第一線、支社、本社、そしてグループ会社が一体となって「自ら考え自ら行動する」ことに挑み続けます。そして共通の目的である「安全」に向けて、なお一層の具体的な取組みを進めていきたいと考えています。