

安全研究所の取組みについて Efforts at the Safety Research Laboratory

白井 郁男^{*1}

Ikuo SHIRAI

Safety Research Laboratory, Research and Development Center of JR EAST Group



Abstract

In this article, I will outline the main research and development being done by the Safety Research Laboratory related to safety in the four fields handled by the laboratory. This R&D follows that covered in past issues of JR EAST Technical Review. Before that, however, I will take another look at the word "safety". Finally, I will end by describing new safety viewpoints and ideas related to "safety-II".

●Key words: Safety, Human Factors, Safety-II

1. はじめに

「安全」という言葉は、いつから使われているのでしょうか。明治維新のときに外国から諸概念が輸入された際の訳語として作られたもののように見えますが、実は、鎌倉時代の作といわれている『平家物語』の中にすでに出てきています。[平家物語 卷第三 金渡し医師問答の段に「子孫繁栄に絶えずして、朝廷に仕へてまじはるべくは、入道の悪心をやはらげず、天下の安全を得せしめ給へ」(下線筆者)とあります¹⁾。辞典によると、意味は「危険のないこと。また、平穩無事なこと」²⁾とされています。]

「安全」のように基本的な概念を示す言葉は、その持つ意味について共通の認識があるかのように使用していますが、昔からある言葉ともなると、経緯などによって意味が多様化することがあります。“Safety”の訳語に充当されてきた「安全」が、“Security”の訳語にも充てられていることに、その例が見られます。

「安全研究所」は、英語名称のとおり“Safety”の意味で「安全」という言葉を使っており、国際的な「安全(safety)」の定義の一つとして、ISO/IEC Guide 51:2014 (これを基にしてJIS Z 8051:2015 が作成されています)では「許容不可能なリスクがないこと。」とされています。

安全研究所では、許容不可能なリスクとなる事故などを発生させない取組みを行うだけでなく、これにとらわれない取組みも進めています(第3章参照)。安全研究所のミッションや歩み、及び、近年の研究開発については、本誌の既刊号にも掲載^{3) 4)}していることから、第2章では、それ以降になされた主な研究開発を研究所の4つの分野に沿って記載します。

2. 安全研究所で最近の主な研究開発内容

2・1 ヒューマンファクター

当社では、列車運行の安全性を向上させるための設備やシステムを順次導入してきており、これに伴って人の担当する部分が減ってきています。しかし、どの業務にも人の判断を必要とする場面があり、これをシステム化することは容易ではありません。したがって、ヒューマンエラーの発生する余地が残り、しかも、これをゼロにすることは基本的にできません。こうしたことから、安全研究所ではヒューマンファクターを最重要の課題として考え、取り組んでいます。

人の行動様式には、一人ひとりが異なって持っているさまざまな特性が反映します。これらの特性の中で、業務上の安全行動と関係が深いものを「安全特性」として4つを選定し、社員が課題などに取組むことによって、自身が持っている安全特性の傾向を把握し、業務に活かすことを支援するツールを作成しました。特徴として、ツールに取組んだ社員に提示する安全特性の傾向の中で、

*1JR東日本研究開発センター 安全研究所 上席研究員

より強みのあるものを強調することで、社員が気持ちよく自身の安全特性の強みをさらに伸ばし、安全行動に積極的に活かしてもらえよう構成にしました(関連論文、本誌P.17)。現在、「安全力診断ツール～あなたの安全上の強みを知ろう～」として社内の安全ポータルサイトにアップしており、社員が自発的にこのツールを使えるようにしています。

上述の安全ポータルサイトですが、かつてはサイト管理者側から安全に関する情報を発信する一方向のコミュニケーションだけが可能でした。しかし、より効果的な活用を図るため、閲覧している人が自分の取組みを発信したり、他の人からの発信に対して意見やコメントを返信したりする双方向のコミュニケーションができる仕組みとして、安全ポータルサイト内に「安全ポータル掲示板」を設置しました(関連論文、本誌P.21)。各職場で実施している事故防止の取組みや訓練の内容などの情報を社内全体に水平展開でき、この情報を得た社員が自身や自職場の安全に関する取組みを考えるうえでのヒントやキッカケにしてもらえると考えています。

業務を遂行するうえで必要となるスキルには、専門的な知識・技能である「テクニカルスキル」だけでなく、それを補う「状況認識」や「意思決定」などのような「ノンテクニカルスキル」があります。周囲の状況が時々刻々変化の中で安全を確保しつつ業務をしている乗務員にとっては、状況を認識し、意思を決定し、行動に移す、ということが適切に行うことが絶えず求められます。このような状況で発生するヒューマンエラーを防ぐための知恵や工夫について、ベテラン乗務員を中心にインタビューなどを通じて収集し、整理しています。そして、インタビューで得られた知見に基づいて、発生するおそれのある危険な状況やヒューマンエラーを起こしやすい状況に対して、乗務員が迅速かつ適切に気付いて対応ができるように、知恵や工夫を共有できる仕組みを構築することを研究しています。

2・2 リスク及び社会との関係

第1章に述べた「安全」の定義には、「許容不可能なリスク」という言葉が含まれています。ISO/IEC Guide 51:2014には「許容可能なリスク」の定義として「現在の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられるリスクのレベル」とあり、したがって、安全とは、事業者側の考えで決まるものでなく、社会がどのように考えているかということに依存することとなります。そこで、鉄道をご利用している人を対象にして安全に対する意識について継続的に調査し、分析を行っています。(関連論文、本誌P.25)

現在、当社に適用できるような列車運行に関するリスクアセスメントの手法を研究開発しています。リスクアセスメントは、リスクマネジメントのプロセスのうち、リスクを特定すること、そのリスクを分析すること、そしてそのリスクを評価すること、の部分を行います(図1)。この最初の部分であるリスクの特定をするために、その前作業としてリスクを抽出することとなりますが、東日本大震災が発生した後に「想定外のリスク」について多くの議論がなされたことを受けて、想定外のリスクを抽出しやすくする方法を考案しました。

その方法とは、想定外のリスクがその性質から想定しづらいことを踏まえ、リスクを想定する状況を限定することによって抽出する人に気づきを得やすくする仕組みとなっています⁵⁾。まず、リスクを想定する状況を設定するために、縦軸とする要素と横軸とする複数からなる要素を決めます。たとえば、縦軸の要素として従来の分類と整合性を保つために鉄道運転事故等報告書の事故等種類とし、複数とする横軸の要素として気づきを得やすくするため「原因」「死傷の形態」「場所」とします。そして、横軸の要素の内容ごとに縦軸の要素の内容と組合せて複数のマトリックスを形成します(図2)。その後、各セルに対応する状況に限定してリスク

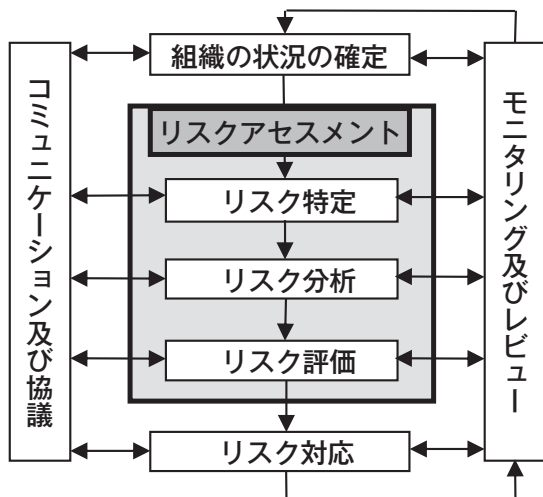


図1 JIS Q 31000における
リスクマネジメントのプロセス

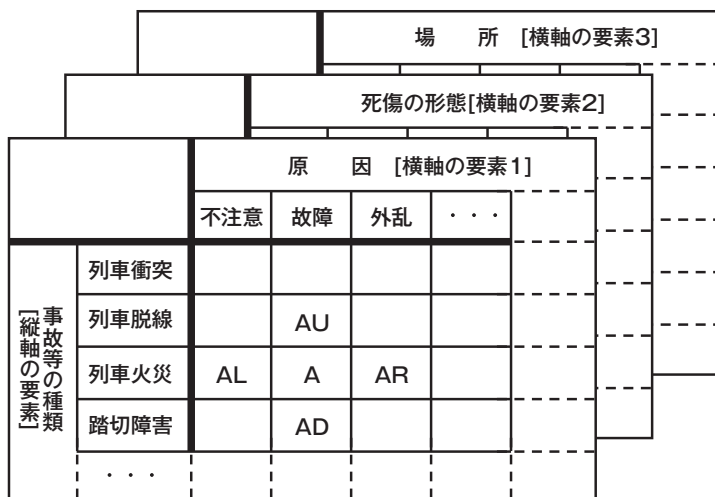


図2 想定外のリスクの抽出方法

を考えて、順次記入していきます。最初の段階でリスクを思いつかない場合は、記入をせず次のセルに移ります。これらの手続を全部のセルで行った後に、空欄のセルがある場合(たとえば図2の“A”とします)、それに隣接するセル(図2の“AU”“AR”“AD”“AL”が相応します)に記載されているリスクは空欄のセルと関連する情報であることから、空欄のセルに対応するリスクを想像するきっかけを得ることができます。この手法を用いることによって、リスクをより網羅的に抽出できるようになりました。

2・3 保守作業の安全性向上

安全な列車運行を確保するには地上設備の維持管理が必要であり、そのために保守係員が、線路に沿って巡回しながらの点検や線路内に入っの保守作業を行っています。これらの巡回や作業における安全を確保するために、巡回中に接近してくる列車に気づかずに接触することのないように列車の接近を音声で知らせる列車接近警報装置の整備や、作業中の現場に列車等が運転されることで事故や傷害が発生しないように関係する区間に列車を進入させない線路閉鎖という手続きを行っています。

以前から導入されているTC型列車接近警報装置は、線路を区間に分けて設置している軌道回路の情報に基づいて列車の位置を捉え、列車が接近するとき保守係員に警報を出す仕組みとなっています。このため使用可能範囲が軌道回路を敷設している線区に限られていることから、軌道回路が敷設されていない線区で列車の接近を知らせる装置の開発が求められていました。そこで、近年の精度が向上しているGPSの技術を活用して列車の位置を把握することによって、軌道回路の情報を得なくても警報を出すことができる「GPS列車接近警報装置」を開発しました(関連論文、本誌P.29)。現在、当社管内で導入線区を順次拡大しています。

また、TC型列車接近警報装置は、4線の本線線路が並行している線区まで対応できるように設計がされていますが、当社のエリアである首都圏においては、4線を越える本線線路が並行している区間(たとえば、鶯谷～日暮里駅間では10線)があります。このような区間では列車本数も多いことから、少し気が逸れただけでも気付かないうちに列車が接近しているという可能性が大きいため、これらの区間での列車の接近を知らせる装置の開発も求められています。そこで、4線を越える区間で、保守係員が自分に関係する線路2線を選択できるようにし、それらとその隣接線2線を含む最大4線に関して列車の接近情報を出すことができる仕組みを構築し、基本的な機能を確認しました。現在は、量産機の開発をしています。

平成26年2月に発生した東海道線(京浜東北線)川崎駅構内 列車脱線事故の原因が、線路閉鎖前の線路内に軌陸車が進入し、走行して来た回送列車と衝突したことによるものであること⁶⁾を踏まえ、軌陸車にGPS受信機を搭載して位置を把握し、これとは別にたとえばATOS(東京圏輸送管理システム)から線路閉鎖の着手状況を取得して、線路閉鎖が着手されていない線路に軌陸車を進入させようとした場合に、軌陸車の運転手に警報を出す仕組みの開発を進めています(関連論文、本誌P.33)。

2・4 車両の安全性向上

車両は重量物であり、地上のレールと車両の車輪との接触が鉄同士のために摩擦力が小さいことから、急に止めることができません。そのため、走行中の列車の前方に障害物の存在を乗務員が認めて直ちにブレーキを扱ったとしても、その障害物に衝突してしまうことがあります。このとき、衝突による衝撃によっては、乗車しているお客さまや乗務員に多大な影響を及ぼしてしまうことがあります。そのため車両の衝突安全性を向上させることは、事故が発生したときの人的被害を軽減することに大きく寄与することとなります。

平成4年9月に発生した成田線大菅踏切の列車脱線事故では、大型ダンプカーが過積載のために止まりきれずに踏切に侵入し、そこに走行してきた列車が大型ダンプカーの側面に衝突し、車両の運転席部が大破しました。これを受けて衝突に対する車両の安全性向上策として、クラッシュブルゾーンというものを車両前面や運転席と客室の間などの人が通常いない場所に設けることによって、衝突時に意図的にこの部分を先につぶすことでエネルギーを吸収させて客室の衝撃を軽減することを進めてきました。この衝突安全対策を施した車両に対して、上述の川崎駅構内列車脱線事故で実際に衝突した際の挙動を解析することによって、衝突安全性のさらなる向上の可能性を研究しています(関連論文、本誌P.37)。

車両に起因する脱線の防止も重要なテーマです。平成25年9月に発生した中央線 相模湖駅構内 列車脱線事故の原因が、左右の輪重の著しいアンバランスによるものであること⁷⁾を踏まえ、次のような輪重のアンバランスに関する2つの研究開発をしています。その一つは、車両に設置した装置によるものです。これは、空気ばねの圧力をモニタリングすることによって、輪重のバランスが異常な状態になったことを車上で判定するものです⁸⁾。輪重は、軌道の状態や走行による動揺によって変化し、通常状態でもある程度のアンバランスが発生します。そのため、正常と異常を見分けるために、1両にある4つの空気ばねの圧力をモニタリングして、左

右のアンバランスと対角位置にある相互間のアンバランスとを組合せて、判定するようにしています。現在は、判定に必要なしきい値の妥当性を確認するために、フィールドでデータを収集しているところです。もう一つは、地上に設置した装置によるものです。これは、走行する箇所のレールにひずみゲージを設置して直接輪重を測定し、輪重のバランスの異常を検知するものです⁹⁾。こちらも、測定から得られるデータは軌道の状態や走行による動揺の影響を受けることから、測定方法を研究した結果、一定の箇所で1両の4軸を車両の移動に伴って測定することで、これらの影響を最小限にできることが判明しました。現在、車両の入庫に合わせて測定して検知できるよう、本装置を車両センターの構内線に設置することを想定した開発を行っています。

3. これから

かつてと比べて事故の発生件数そのものが少なくなった現在、事故の再発防止を中心とする従来の方法だけでは、さらなる安全性の向上を図ることが難しくなっています。こうした中で、Hollnagel氏は、従来の安全の見方である「物事ができる限り悪い方向に進まなかった状態のこと」を“Safety-I”と定義し、それに対する新しい安全の見方である「物事ができる限りうまくいく状態、あるいはできるならばすべてがうまくいく状態のこと」を“Safety-II”と定義し¹⁰⁾、これまでのSafety-I観点の取組みだけでは限界があり、Safety-II観点の取組みも必要であること説いています。

第2章第1節で述べた、強みを伸ばそうとする取組みやノンテクニカルスキルの考え方などは、この新しい見方を部分的に取り入れているのではないかと思うのですが、事故の再発防止を継続することに加え、新しい見方に関連する概念の意味や相互の関係を整理しつつ実務で活用することによって、安全性をさらに高めていきたいと考えています。

参考文献

- 1) 水原一校注、新潮日本古典集成<新装版> 平家物語 上、新潮社 (2016)。
- 2) 日本語大辞典刊行会編、日本国語大辞典、小学館 (1972)。
- 3) 堀岡健司、安全研究所のミッションと近年の研究開発、JR EAST Technical Review, No49, 2014.
- 4) 福山浩史、安全研究所25年の歩み、JR EAST Technical Review, No49, 2014.
- 5) 吉留和宏 他、鉄道リスク抽出支援方法及び鉄道リスク抽出支援装置、公開特許公報、特開2015-156177、2015.8.27公開
- 6) 運輸安全委員会報告書、<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2015-2-2.pdf>
- 7) 運輸安全委員会報告書、<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2015-5-2.pdf>
- 8) 飯島仁 他、空気ばね異常検知システム、鉄道車両、および空気ばね異常検知方法、公開特許公報、特開2016-159643.
- 9) 飯島仁 他、地上輪重測定における空気ばね装置の異常検知方法の開発、第23回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2016)、2016. 12
- 10) エリック・ホルナゲル著 北村正晴／小松原明哲監訳、Safety-I & Safety-II 安全マネジメントの過去と未来、海文堂出版 (2015)、Hollnagel, E., Safety-I & Safety-II, (2014), Ashgate Publishing Limited.