

運転作業エラーの新しいリスク評価法

宮地 由芽子

人間科学研究部(安全性解析 主任研究員)



みやち ゆめこ

リスクとは？

様々な産業分野で、ヒューマンエラーに起因する各種のトラブルが問題視されています。組織で発生する事故は、担当者の作業結果が引き金になって発生していても、その背景には組織の安全管理のあり方や安全風土といった組織要因の問題があると考えられます。鉄道についても、例外ではありません。ヒューマンエラーの防止には組織的な安全体制の充実が必要です。そして、「仕組みとしての安全」をさらに強固なものとするためには、効果的な事故防止対

策を検討し、改善を図ることが不可欠です。しかし、対策実施には相当のコストを要します。限られた時間、限られた予算の中で有効な対策を整備していくためには、“どのような場面”における“どのようなヒューマンエラー”が“どのような頻度”で“どのような被害”の事故に繋がる可能性があるのかを把握し、対策の目的と効果に見合った優先順位を判断することが必要です。その際、判断の根拠の一つとなるものが「リスク」という考え方です。

「リスク」とは、「危険性」すなわち「危険の程度」のことです。そして、「危険」とは、「あぶないこと。生命や身体の損害、事故・災害などが生じる可能性のあること。」です。確実に発生するかどうかかわからないことについて、その発生の可能性や危なさの程度を予測することを「リスク・アセスメント（リスク分析あるいはリスク評価）」と言います。リスク・アセスメントは、「事故に至るような危険な事象（ハザード）」について、「事象が発生する可能性の確からしさ」と「仮に事象が発生した場合の結果の大きさ」を組合せて行ないます（図1）。

「事故に至るような危険な事象」には、地震や洪水といった自然条件や機器の故障といった工学的な条件もありますが、ここでは、ヒューマンエラーのリスク・アセスメント手法の概要について、3つの要素（図2）に分けて、それぞれポイントを紹介します。また、リスク・アセスメントの結果をヒューマンエラー防止活動に活かす（リスク管理）ための方法について概要を紹介します。

どんなヒューマンエラーが起きるか？

事故に至ると想定されるヒューマンエラーにはどのようなものがあるのでしょうか？これを考えるための方法には、大きく分けて2通りあります。

- ①求めている作業の内容や条件から想定する方法
つまり、原因から結果を想定する方法
- ②実際に発生した事故やトラブルからその原因となってい



図1 リスク・アセスメントの発想

事故に至るような危険な事象(ハザード)の内容
= 運転作業のどのような場面で、
どんなヒューマンエラーが起きるか？

ハザードが発生する可能性の確からしさ
= ヒューマンエラーの発生し易さ

仮にハザードが発生した場合の結果の大きさ
= ヒューマンエラーに起因する最大の事故

図2 ヒューマンエラーのリスクを把握するための3つのポイント

表1 想定される最大の事故の評価暫定値

想定される最大の事故	値
列車衝突後、転覆が想定される場合	9
列車脱線後、転覆が想定される場合	7
旅客転落・係員触車が想定される場合	5
列車衝突後、転覆まではいかない場合	3
列車脱線後、転覆まではいかない場合	1
直接の事故は想定し難いが、他のエラーパターンを誘発する事象となり得る場合	0.1

る事象を把握し、一般化して想定する方法
つまり、個別の結果から原因を一般化する方法

新しいシステムを構築しようとする場合は、①の方法が適しています。ただし、ヒューマンエラーは作業の内容や条件といった状況要因だけに起因するわけではなく、実際の作業や作業が作り上げる職場の雰囲気などが影響します。ですから、作業の内容や条件から網羅的に抽出したつもりでも、後から想定外のエラーが発生したということがないよう、十分な確認が必要です。

一方、鉄道など、既にある程度の作業実績がある場合は、②の方法を採用する方が効率的です。ただし、事故やトラブルについて、きちんとその原因となっている事象が把握できていることが、この方法を採用する前提条件です。事故やトラブルの発生までには、小さなミスが幾つも発生していることが多いものです。そのため、的確な分析ができないと、設定ミスや状況知覚のミスなどの最初のエラー(初期事象)にのみ着目しがちであり、「最初のエラーに気づかない」「気づいても正しく処理できない」などのエラー(事後事象)を把握しそびれていることが多いようです。しかも、事後事象は、機器やシステムの支援がなく人間の判断に依存することが多いので、事故の影響を大きくしていることが多いのです。つまり、実際に発生した事故やトラブルから、事故に至ると想定されるヒューマンエラーを把握する時は、見つけ難い事後事象についても漏れなく把握できるように、事故が発生するまでの経緯をきちんと抑えておくことが、重要なポイントです。

そして、個別の事故やトラブルの分析結果から得られたヒューマンエラーの内容を一般化するため、分類を行いません。その時、エラーの発生メカニズムをふまえた分類をしておくと、後で評価結果が活用し易くなります。ヒューマンエラーの分類方法には様々な考え方がありますが、最低限として、「求められている正しい行動以外の行動があったか?なかったか?」と「その行動は意識してやった自発的な行動か?意識せずに自動的に発生したものか?」の2つの視点を組み合わせて、4つの分類をしておくことをお勧めします。

ヒューマンエラーの発生し易さ

機器故障をハザードと考える場合は、「発生し易さ」は故障の発生確率であり、対象部品の一定期間の故障数から試験的に算出します。しかし、ヒューマンエラーの場合、試験的に再現できるのはごく一部の場面にすぎません。例

えば、緊急時の心理状態を再現するのは倫理的にも困難な場合が多いですし、全ての場面について心理状態を客観的に観察したり、測定したりできるとは限りません。そのため、ヒューマンエラーのリスク・アセスメントでは、職務や安全について十分な知見をもつエキスパートの判断が用いられます。ただし、鉄道業界だけでなく社会一般的な問題として、団塊世代の大量退職や技術継承の問題から、今後はエキスパートを担う人材が少なくなっていくことが見込まれます。また、各種の安全対策が施行されたことにより事故の件数が少なくなっている状況で、エキスパートとなる人材をどう育成するかということも課題の一つです。

そこで、観察データの代わりとなり得るものとして考えられるのが、事故に至らなかったトラブル事象(インシデント、ヒヤリハットなど)です。具体的には一定の期間・基準で収集された数百件のトラブル事例から、トラブル事象の発生に至るまでのエラー事象の連鎖の経緯を調査分析し、エラーパターンに分類し、対象事例に対する各パターンの出現頻度の比を算出します。つまり、「一定の期間に特定の地域でどんなエラーが実際に発生しているか」を「発生し易さ」の代替指標とします。

ヒューマンエラーに起因する最大の事故

同じ行動結果から引き起こされる事故は、実際には、場面や条件によって様々です。リスクとは可能性の評価ですから、その中から、想定し得る最も危ない事故だけを考えれば良いのです。エラーパターンや発生し易さを評価する時に用いたトラブル事例での結果に惑わされてはいけません。各パターンのエラーが発生した後、様々な条件が付加され、事態が進展した先にどんな結果が想定されるかを考えます。

事故の内容を質的に表現しようとするといろいろな方法が考えられますが、後で1つの指標に集約できた方が結果を活用し易いので、ここでは、想定し得る最大の事故のランクを表1に示すような数値に割り当てます。なお、ここでのエラーパターンの抽出はトラブル事例に基づいてい

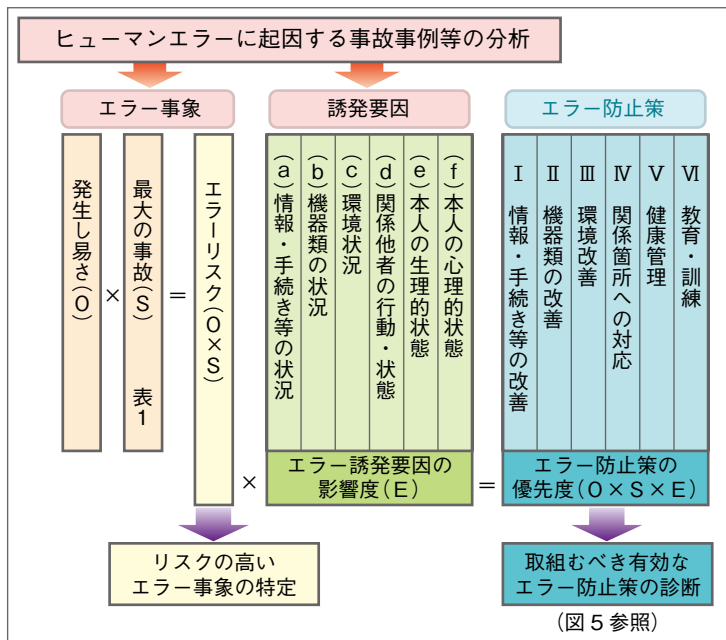


図3 リスク・アセスメントの手続き概要

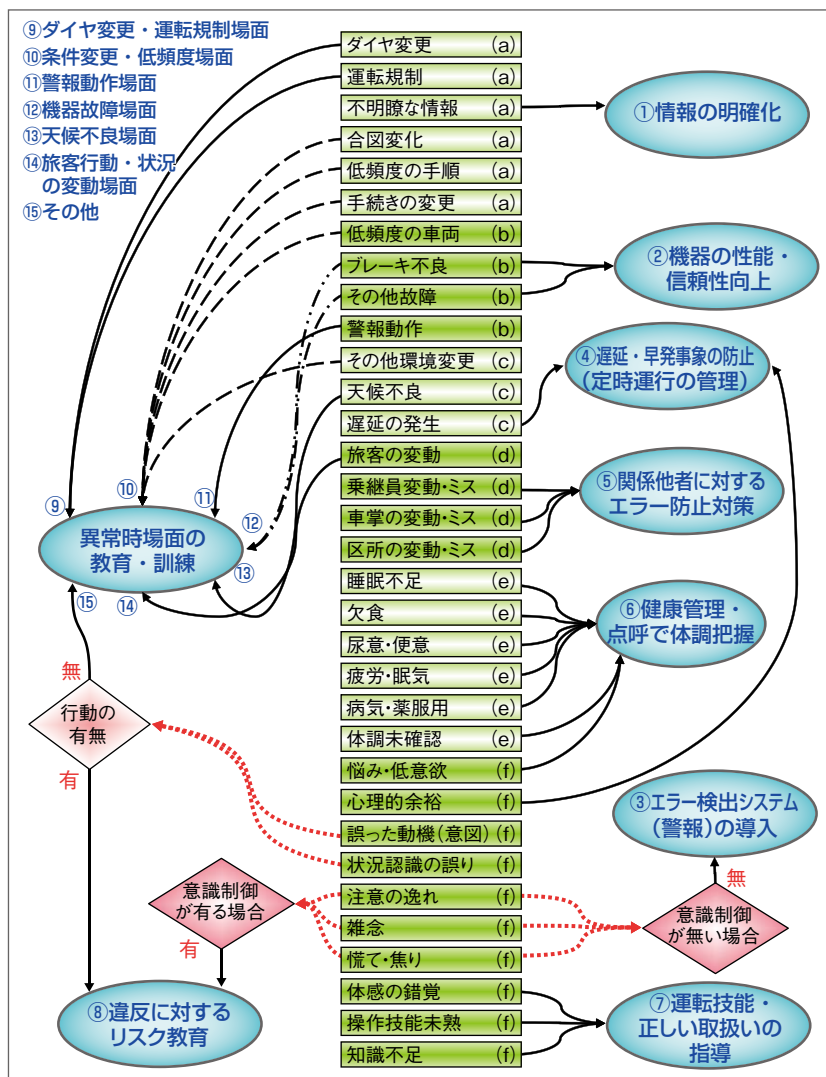


図4 誘発要因の例とエラー防止策の関連づけ (a~fは図1に対応, ①~⑬は図5に対応)

たエラーであって、いくら最悪を考えても、そのエラーが事故の直接の原因となることはないという内容も含まれています。こうしたエラーパターンについては、事故の原因にはなり得なくても、他のエラーの発生原因になっている場合が多いので、「1」未満という意味で「0.1」の値を付与します。

そもそも、リスクは、対策の目的と効果に見合った優先順位を判断するための指標ですから、リスク・アセスメントの最終的な結果は1つの指標にまとまっていることが望まれます。そのため、ヒューマンエラーのリスクを把握するための3つの要素(図2)に対する評価結果を統合して1つの指標にまとめます。指標のまとめ方、組合せ方にはいろいろな方法が提案されていますが、数値化の一般的な方法としては乗算(かけ算)が用いられます(図3)。ここまでの結果によって、リスクの高いエラー事象は何か?ということが特定できます

結果の活用

次に、リスク・アセスメントの結果をヒューマンエラー防止活動に活かすための方法について概要を紹介します。

ヒューマンエラーは、何かそれを誘発する条件や要因がもたらした結果事象にしか過ぎません。ですから、ヒューマンエラーの的確な防止のためには、何が問題事象なのかということだけではなく、それを誘発している条件や要因はどんなものかを把握することが必要です。そこで、上記の方法で求めたヒューマンエラー事象に対するリスク・アセスメントの結果とヒューマンエラーの発生に影響する誘発要因の影響度を組み合わせ、この結果を用いて、「ヒューマンエラーの防止のために、どのような管理に優先的に取り組むべきか?」を検討します。

例えば、「操作が未熟」、「速度感覚が身につけていない」「知識不足」などの場合は、通常の運転技能や正しい取扱を身につ

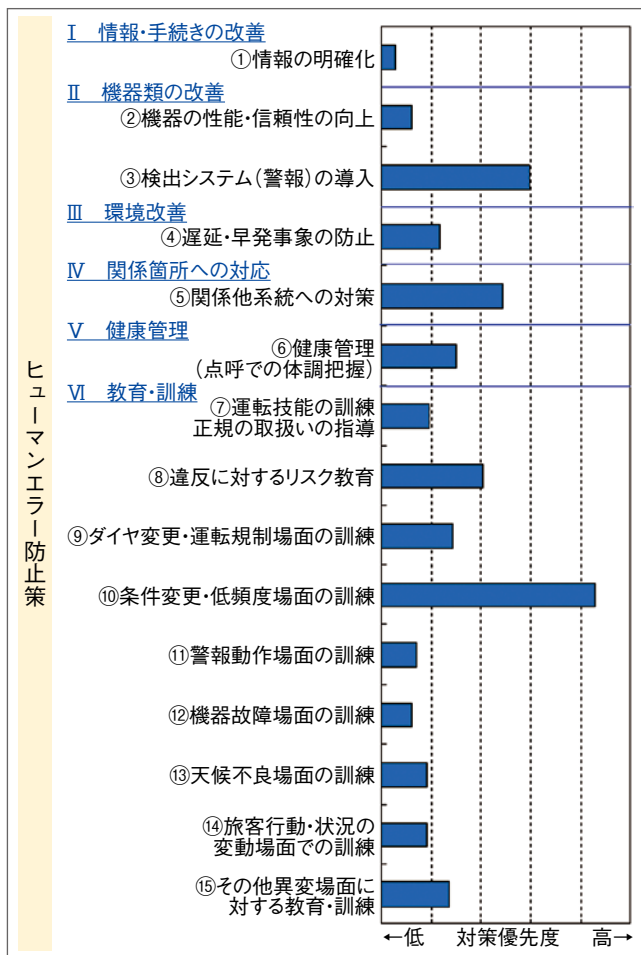


図5 エラー防止策の優先度算出例

ける教育訓練を強化することが必要です。また、「睡眠不足」や「病気」などの場合は、点呼などの体調把握・健康管理を強化すべきです。あるいは、意識していない場合にうっかり行動した結果がエラーであった場合は、行動を行なった当事者はエラーをしたことに気づきにくいので、機械的にエラー検出し、気づかせるような警報装置の導入が有効です。また、他のことを考えていたり、異常場面で意識的に何もせずにいたりする場合は、そうした誤った判断がいかに危険かを理解してもらう、違反に対するリスク教育が必要です。

以上のように、行動時の心理状態によるエラー特徴やどのような場面でエラーが発生したかといった誘発要因に対応する、必要なエラー防止策を関連づけ(図4)、その優先度を算出します。優先度は、ヒューマンエラー事象に対するリスク・アセスメントの結果と誘発要因の影響度を組合せたものです(図3)。

結果の一例を、図5に示します。この結果では、作業環境や作業内容などの改善を行なう時に事故につながり易いエラーが発生し易いため、そうした場面を模擬した教育・訓練が必要であることが分かります(図5⑩)。また、運



図6 鉄道総研式 ヒューマンファクタ分析法

転士自身が異常時という場面に気付かない場面も多いので、警報などのシステムによるバックアップも有効であることがわかります(図5③)。

おわりに

ここでは、ヒューマンエラーのリスク・アセスメント手法の概要と、その結果をヒューマンエラー防止活動に活かすための方法について概要を紹介しました。

ヒューマンエラーの防止には、それを誘発する現状の問題点を如何に的確に洗い出せるかが鍵です。従来から行なわれているインシデント事例の報告、安全パトロール、ヒヤリハット活動などは、「作業の仕組みにある危険を予測し、予防対策を検討する」という観点から行なわれているはずですから、多くの組織では、リスクの考え方を既に実践していると言えます。

ただし、リスク・アセスメントの実施には、評価の源泉データとなるヒヤリハットやインシデント情報が十分な内容でなければなりません。発生したヒヤリハットやインシデント事例を分析して、何が事故を発生させる事象なのか?といった連鎖するヒューマンエラー事象やその発生メカニズム、また、「その発生に影響する要因は何か?」といったエラーの誘発条件や背景要因(ヒューマンファクタ)などの把握が必要です。そのため、私どもは、事例を分析するための手法を「鉄道総研式ヒューマンファクタ分析法ハンドブック」としてまとめています(図6)。

私どもは、「仕組みとしての安全」をさらに強固なものとするため、ヒューマンエラーの的確な防止活動を支援するための手法開発に今後も、取り組む所存です。RRR