

保線作業におけるヒューマンエラーのリスク管理手法

人間科学研究部 安全性解析
副主任研究員 羽山和紀

1. はじめに

ヒューマンエラー（以下、「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あり、その方法には事故やトラブル事例の分析¹⁾と職場の実態調査²⁾の2つのアプローチがある。ただし、組織において事故が発生する過程では、複数のエラー事象が発生しており、それぞれのエラーには複数の要因が影響を与えていることから、1つの事故から想定されるエラー防止対策には様々な対策が必要となる。したがって、限られたリソースの中で効果的な対策を講じるためには、発生場面やエラーの種類等に応じてリスクの大きさを評価し、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ある。ここで、「リスク」とは、「危険性」すなわち「危険の程度」であり、「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」である。また、確実に発生するかわからない事象の発生可能性や危なさの程度を予測する活動が「リスク・アセスメント（リスク評価）」である。

一方、エラーは、発生させるのが行為の当事者であることから、多くの場合、行為者のみが発生源とされ、対策を講じる対象が行為者のみという「対症療法的な処置」が取られている。しかし、行為者単一の要因でエラーが発生することは稀であり、行為者を取り巻く多くの要因が関与し、かつ、それら要因が連鎖的に結びつくことで、結果としてエラーとなり顕在化している。そのため、エラー防止には、そのエラーが発生するに至った過程から影響を与えた要因（作業等を阻害する諸々の事柄）を特定し、それらに対して処置を講ずることが必要である。

そのため、我々は、事象の「発生し易さ」と「最大の事故」との組み合わせで評価するリスク値（乗算した合成指標）に、エラーを誘発する要因の影響度を加味することで、対策の優先順位付けを行う「リスク管理支援手法」（**図1**）を開発した^{3)~5)}。ここではこのうち、鉄道線路保守作業（以下、「保線作業」）に適用したリスク評価方法とリスク管理支援方法について、その評価方法とその算出例について紹介する。

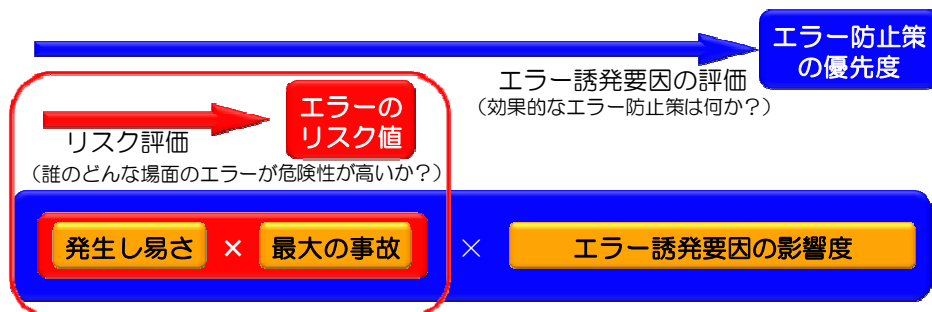


図1 誘発要因を考慮したリスク管理支援手法の概要

2. リスク管理支援手法

2. 1. リスク評価方法

(1) エラーリスト

保線作業中に列車脱線事故や触車事故などに繋がる可能性のあるインシデントとして、「列車の接近に対して係員の待避が遅れる（待避不良）」と「列車等を作業区間に進入させない処置の取扱誤り（線閉違反）」を対象に、エラーを整理した。

整理の結果、例えば、「列車の接近に対して係員の待避が遅れる」という事象の発生に直接影響するエラーは、「係員の待避が遅れる」ことであるが、事象発生迄の過程を詳細に分析すると、その行動に至る前の「作業前」や「点呼」の段階で、作業責任者や列車見張員、作業員にエラーが併発していることが多かった。したがって、このような直接のエラーとは想定しづらい行動の中にも、リスクの高いエラーが潜んでいる可能性が考えられることから、これらもリスク評価の対象とした。

以上の整理結果をもとに、保線系統の安全担当者に対する予備調査を行い、リスク評価の対象となる3つの係員（作業責任者、列車見張員、作業員）に関連するエラーパターン113件を14の作業場面に分類し、リスト化した（表1）。これらのエラーパターンには、関係者間の情報伝達の不備や相互の行動確認のミス等を含んでいることが特徴である。

表1 保線作業でのエラーパターン（抜粋）

場面	作業員	見張員	作業責任者
作業計画			・作業計画書に必要事項(工事内容・作業時間等)を記入し忘れる ・作業場所を間違えて打合せる など
作業前・点呼	・指示内容に疑問点があっても、そのままにしてしまう	・疑問点があってもそのままにしてしまう	・作業計画書に添付の図面の確認をせず、口頭指示のみ行なう
一般作業	・作業を手伝う見張員に対して注意しない	・作業を手伝う	・作業を手伝う見張員に対して注意しない

(2) リスク値の算出方法

次に、エラーパターンそれぞれについて、「発生し易さ」と「最大の事故」の評価指標を作成した。

「発生し易さ」については、例えば、設備・機器の信頼性を評価する際は、一定期間内での故障件数等をもとに故障率を算出しているが、エラーを評価する場合は、事例分析が十分ではなかったり、対策の実施や作業環境の変化などで分析・評価対象をトレースできななかったり、といった理由から、客観的な評価は困難であり、エキスパート評定等が用いられることが多い。そこで、ここでは、保線作業の担当者複数名の知見を活用し、リッカートタイプの5段階の頻度尺度（「かなり頻繁に発生する」～「全く発生しない」）で評定し、その平均値を用いることとした。

一方、「最大の事故」については、実際に起こった事故の程度ではなく、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の最大の事故の可能性を想定することし、その評価は、鉄道事業者の複数の安全担当者による6段階評定（表2）の平均値を用いることとした。

エラーパターンごとに「発生し易さ」と「最大の事故」の2つを掛け合わせて、エラーのリスク値を算出する

表2 「最大の事故」の評価

最大の事故	数値
列車衝突後 転覆 (人身事故にも至る場合も含む)	9.0
列車脱線後 転覆 (人身事故にも至る場合も含む)	7.0
人身事故 (旅客の怪我、係員の怪我、死亡すべてを含むが、列車の転覆には至らない)	5.0
列車衝突後 非転覆 (人身事故にも至らない)	3.0
列車脱線 非転覆 (人身事故にも至らない)	1.0
最悪でも事故に至らず	0.1

(3) リスク評価結果の算出例

算出結果の一例を図2に示す。データの取得手続きは表3の通りである。

表3 評価データの取得手続き

	発生し易さ	最大の事故
調査対象	鉄道関連会社4社の保線作業の担当者	保線作業の安全担当者
調査方法	アンケート調査	アンケート調査
調査時期	2008年10月	2008年10月
回答の視点	それぞれの役割で想定されるエラー行動が 普段の作業の中でどのくらい発生し易いか	エラー事象が発生した後の条件次第で最悪 の結果はどのような状況になるのか
回収データ	回収データ984件、回収率95%	回収データ152件、回収率98%

この結果、対象とした113件のエラーの分布が全体に右肩下がりとなっており、大きな事故に繋がるエラーに対して発生を軽減すべく何かしらの対策が実施されており、ある程度の安全管理が実施されている状況が確認できた。

また、作業前・点呼の場面での「指示内容に疑問があっても作業員がそのままにしてしまう」といった事故に直接関係したエラーとは想定しづらい、作業前や点呼時のエラーについてもリスク値が高

くなっており、これを防止すべくさらなる安全管理が必要であることが確認できた。

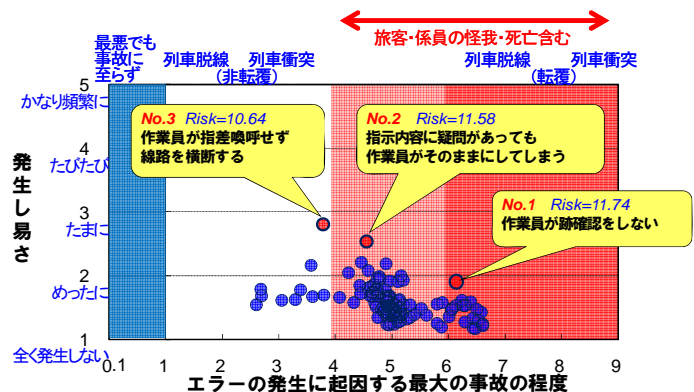


図2 リスク値の算出例

2. 2. リスク管理支援方法

(1) 誘発要因リスト

的確なエラー防止のためには、エラー発生の背景となる誘発要因を特定し、その誘発要因について対策を講じることが重要である。ただし、1つのエラーに対して複数の誘発要因が異なる影響を与えるため、ここでは、エラーパターンごとにリスク値と誘発要因の影響度を掛け合わせることで、エラー防止策の優先度の指標である誘発要因の「要対策度」を算出することとした。

まず、リスク管理対象となるエラー誘発要因の抽出作業として、上述(1)と同様に「待避不良」と「線閉違反」に関わるインシデントの分析・調査を行った。この結果に過去の類似研究⁶⁾で挙げた要因を追加し、保線作業の安全担当者に対する予備調査の結果を踏まえて、145項目の誘発要因(表4)を16分類に整理し、リスト化した。

(2) 要対策度の算出方法と算出例

表4 誘発要因の分類と項目(抜粋)

分類	エラー誘発要因の項目
役割分担(作業条件)	・作業の役割分担が不明瞭 ・作業責任者を明確に決めていない 等
関係者相互の人間関係	・相手が上位職だと、正しいと思ってしまう ・年齢差、経験差がある 等
作業の方法、手続き、ルール	・作業指示が曖昧 ・関係者との連絡体制(方法)に不備がある 等

要対策度算出のためのエラーパターンに対する誘発要因の影響度は、評価対象とする保線職場ごとの複数の作業担当者による「とてもあてはまる」「ややあてはまる」「関係ない」の3段階評定の平均値を用いることとした。

エラー防止策の優先度は、エラーパターンごとに「リスク値」と誘発要因の「影響度」の2つを乗算して「要対策度」を算出した。データの取得手続きは表5の通りである。

事故に直接関与したエラーではないがリスクが大きかったエラーパターンである「指示内容に疑問があっても、作業員がそのままにしてしまう」についての評価を図3に示す。この結果、役割・分担や相互確認の手続きを予め定める対策と同時に、関係者相互の人間関係や職場環境の整備も重要であることがわかった。

このように、数値評価によってエラー防止策の重要性を示すことで、組織・職場内の安全活動の動機づけ（やりがい）を高めることが期待できる。

表5 評価データの取得手続き

	誘発要因の影響度
調査対象	鉄道関連会社4社の保線作業の担当者
調査方法	アンケート調査
調査時期	2009年2～3月
回答の視点	その発生との関連性（それぞれのエラーが発生し易い時はどのような状況か）
回収データ	回収データ961件、回収率98%

3. おわりに

最後に、安全マネジメントは、PDCAサイクルの確立と言われるように、エラー防止の取組みを繰り返してこそ意味がある。鉄道の職場で継続して取組み易い手法となるよう、実際の職場管理のあり方を踏まえて、今後も深度化を行う所存である。

参考文献

- 1) 宮地：職場安全管理の改善に向けたヒューマンファクタ分析手法，鉄道総研報告，Vol.21，No.5，pp.11-16，2007
- 2) 宮地ら：職場の安全風土評価手法の開発，鉄道総研報告，Vol.23，No.9，pp.23-28，2009
- 3) 宮地ら：背景要因を考慮した運転作業エラーのリスク評価手法の開発，鉄道総研報告，Vol.23，No.9，pp.17-22，2009
- 4) 宮地ら：誘発条件を考慮したヒューマンエラーのリスク評価手法の提案(2)，日本信頼性学会第22回秋季信頼性シンポジウム，2009
- 5) 羽山ら：誘発条件を考慮したヒューマンエラーのリスク評価手法の提案(3)，日本信頼性学会第22回秋季信頼性シンポジウム，2009
- 6) 宮地ら：ヒューマンエラーに起因する事故の原因認識を改善する試み，日本信頼性学会第20回秋季信頼性シンポジウム，2007

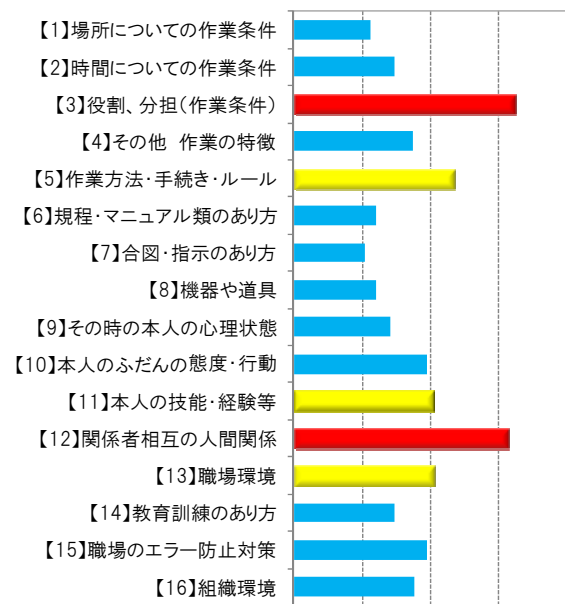


図3 エラー防止策の優先度の算出例