

運転指令作業におけるヒューマンエラーのリスク管理支援手法

人間科学研究部 安全性解析研究室

副主任研究員 羽山 和紀

1. はじめに

組織において事故が発生するまでの間には複数のヒューマンエラー（以下、エラー）が発生し、それぞれのエラーにも複数の背景要因が影響するため、1つの事故に対するエラー防止対策は様々なものが想定される。しかし、それら全てに対策を講じるのでは、時間と予算が膨大に必要となり現実的ではない。限られた時間と予算で効果的な対策を講じるためには、“どのような場面”における“どのようなエラー”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、その「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。そこで、我々は、これまでに FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) を応用したエラーのリスク評価手法、およびその結果とエラーに影響する誘発要因を考慮した管理方法を開発した¹⁾²⁾。

一方、運転指令作業では、運転指令員（以下、指令員）のエラーが直接事故などに結びつくことは少なく、過去 10 年間の輸送障害の届出件数³⁾をみても、指令員のエラーに起因して発生した輸送障害は届出件数全体の 0.25% とかなり少ない。しかし、事故や災害などで輸送障害が発生すると、ダイヤ乱れ回復のために、人間の関与が増え、時間的圧迫や作業の輻輳などにより、様々なエラーの発生が想定される。したがって、エラーに起因して生じる、更なる輸送障害や遅延時間の増大を防止するために、運転指令作業で想定されるエラーをできるだけ把握し、適切に管理することが必要である。

そこで、我々は、既存のエラーリスク管理支援手法¹⁾²⁾に、新たに運休・遅延への影響指標を加え、安全・安定の両側面の評価ができるよう改良することで、事故の件数は少ないが運転取扱作業の要であり、仮にミスが起きるとその後の影響が大きくなる運転指令を対象にした「運転指令作業におけるヒューマンエラーのリスク管理支援手法」を作成した（図 1）⁴⁾。

ここでは、運転指令作業（以下、指令作業）における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結果例を紹介する。

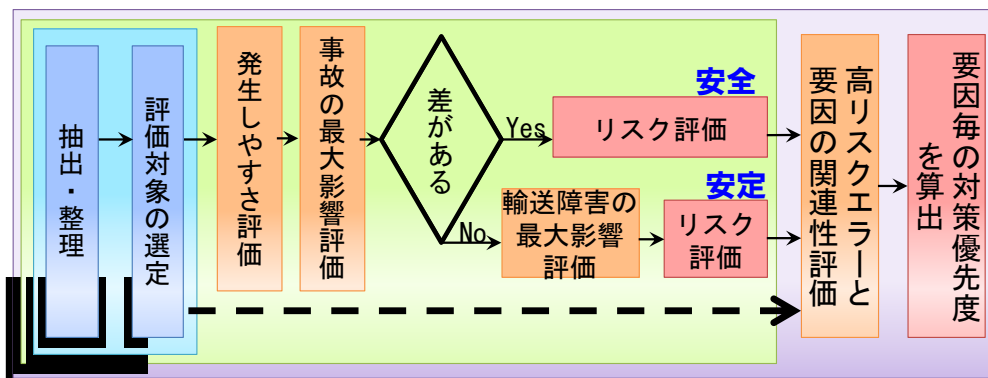


図 1 誘発要因を考慮したリスク管理支援手法の概要

2. リスク管理支援手法

2. 1. リスク評価の対象

対象とする運行管理システムは、日本の鉄道路線の多くで導入されている列車集中制御装置（以下、CTC）と、主にJR会社で導入されている自動進路制御装置（PRC）とした。これらの作業には、列車制御装置の取扱いや列車運転状態の監視などを主に行う「ルート構成・列車監視作業」と、列車抑止や進路の変更手配、駅や乗務員などに情報提供などを行う「運転整理作業」とがある。そして、着台して運行管理システムの制御や異常時での運転整理などを行う「卓指令員」と、平常時・異常時での運転整理、卓指令員への指示命令などを行う「運転調整」といった役割に応じて、指令員の作業範囲が決められている。

指令作業は、発生した事故の規模によって実施する作業内容が異なるため、同種作業でも、事故の規模によって、発生するエラーのリスクが異なると考えられる。そこで、鉄道事故等報告規則⁵⁾をもとに、事故の規模を設定した。また、指令作業の実務管理者（指令員を統括・教育する立場）に対し、指令作業の内容を問う予備調査を実施し、事故の規模と通告券発行有無の組合せから、『異常時』での指令員の作業を3通りに分類した。さらに、異常時対応の終了直後は、ダイヤが回復したとしても、エラーのリスクまでもが平常時と同様とは限らないことから、『平常時』と区別し、『復旧直後』という作業モードを加えた（図2）。

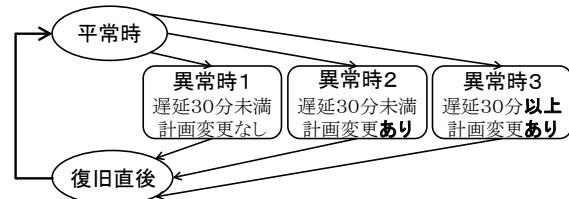


図2 指令作業での5つの作業モード

表1 CTCの分類・整理結果⁴⁾

作業モード	作業場面			役割	
				運転調整	卓指令員
平常時	ルート構成				○
異常時	(異常時1)	(異常時2)	(異常時3)		
	状況把握			○	○
	方針決定			○	
	方針指示			○	○
	通告券発行			○	
	通告券発送			○	○
	通告券受領			○	○
復旧直後	ルート構成				○
	ルート構成				○

※○印は、作業場面にエラーが想定されることを示す。

次に、鉄道事業者Aで過去10年間、鉄道会社Bで過去2年間に発生した指令員のエラーに起因する輸送障害やヒヤリハット事例等、約80件収集し、指令作業で想定されるエラーを抽出した。さらに、先行研究¹²⁾から得られているエラーも加え、指令作業の実務管理者への予備調査をふまえ、CTC（のべ300件）とPRC（のべ240件）のエラーを作業モード別、作業場面別、役割別に分類・整理した（表1）。

2. 2. リスク評価の手続き

鉄道事業者Aの指令員に対して、アンケート調査を実施した。調査の手続きを表2に、評価指標を表3、表4に示す。

表2 評価データの取得手続き

	発生しやすさ	輸送障害の最大影響	事故の最大影響
調査時期	2011年1月	2011年3月	2010年12月
回答の視点	各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やすいか	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	
評価指標	「かなり頻繁」から「全くない」までの5段階 ⁴⁾	表3参照	表4参照
回収データ	回収データ50件、回収率100%		

表3 「輸送障害の最大影響」の評価指標⁴⁾

指標	値
運休発生	4
30分以上の遅延	3
30分未満の遅延	2
遅延には至らない	1

2. 3. リスク評価の試行

リスク管理支援手法（図1）において「リスク評価」は、指令作業で想定されるエラーに対して、その「発生しやすさ」と「事故の最大影響」との積で評価し、リスク値を算出することで、リスクが高いエラーを特定する。

リスク評価の例として、CTCを扱う指令作業で想定されるエラー項目300件に対してリスク評価を行った結果を図3に示す。図3では、運転整理場面でのエラーを黄色、ルート構成場面でのエラーを緑色でそれぞれ示している。この結果は、リスク値の高い方から順番にエラーを並べたものであり、ルート構成場面でのエラーよりも、運転整理場面でのエラーの方に、リスクの高いエラーが多くみられる。

次に、ルート構成作業で想定される32件のエラー（「次列車の進路を確認しない」「異なる進路を構成する」など）について、作業モード別のリスク値を比較した（図4）。その結果、遅延時間30分を超えた場合でのエラーやダイヤ回復直後でのエラーでリスク（ここでは、事故への最大影響）が大きいことがわかった。

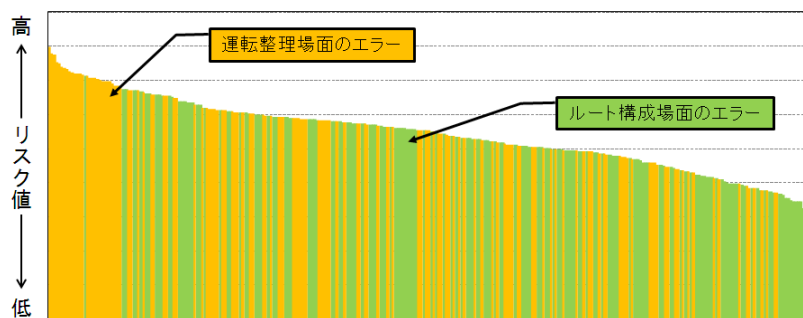
2. 6. リスク管理支援方法

(1) 誘発要因リスト

エラーの防止は、エラーそのものではなく、エラー発生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。そこで、エラー誘発要因の影響度を把握して、リスクが高いエラーを防止するために必要な対策を特定する。エラー誘発要因は、エラーと同様に、指令員のエラーに起因する輸送障害やヒヤリハットの事例等の分析・調査に、先行研究¹⁾²⁾で挙げた要因を追加し、指令作業の実務管理者に対する予備調査の結果をふまえて、17分類114項目の誘発要因（表5）を整理した。

表4 「事故の最大影響」の評価⁴⁾

事故の最大影響	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



CTCのヒューマンエラー（300件）※リスクの高い順に並び替え

図3 リスク評価結果⁶⁾

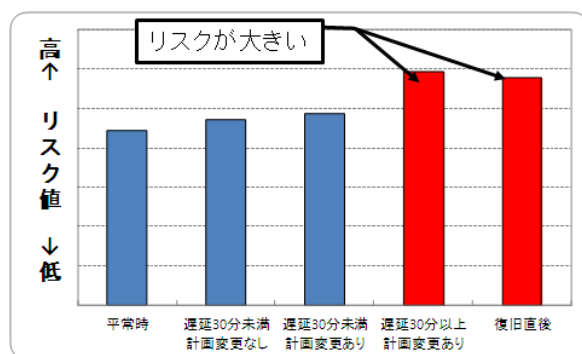


図4 ルート構成作業での作業モード別リスク評価結果⁶⁾

(2) 改善優先度の算出方法と算出例

2011年5月に、鉄道事業者Aの指令員に対してアンケート調査を実施した。エラー誘発要因114項目を提示し、「それぞれのエラーが発生しやすい時はどの

ような状況か」について回答を求めた。回答の選択肢は、「とてもあてはまる」「ややあてはまる」「関係ない」の3件法⁴⁾である。回収データは50件（回収率100%）であった。

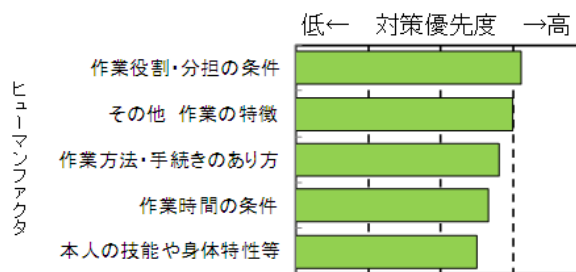
改善優先度は、エラーごとに「リスク値」と誘発要因の「影響度」の2つを乗算して算出する。対策優先度評価の結果例として、事故に直接関与したエラーではないがリスクが大きかったエラーパターンである30分以上の遅延状態でのCTC作業における「関係列車を抑止しないエラー」の評価を図5に示す。

図5から、作業方法の改善に加え、役割・分担や優先作業の明確化といった改善も必要なのがわかる。

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 エラー誘発要因の分類と項目（抜粋）

分類	エラー誘発要因の項目
作業場所の条件	作業場所が暗い、または、明るい
	作業場所が散らかっている
作業時間の条件	交代の直前、または、直後
	事故発生直後
作業役割・分担の条件	作業の権限や役割が不明瞭
	優先すべき事項や作業が決められていない



※30分以上の遅延状態で関係列車を抑止しない場合の評価結果

図5 対策優先度評価結果例（抜粋）⁶⁾

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、エラー防止の取り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り組みやすい手法となるよう、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) 宮地由芽子、柴田徹：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
- 2) 羽山和紀，宮地由芽子，中村竜，木村寛淳，桶谷栄一，柴田徹：保線作業におけるヒューマンエラーの管理支援手法，鉄道総研報告，Vol.24，No.11，pp.5-10，2010
- 3) (公財) 鉄道総合技術研究所（鉄道技術推進センター）：鉄道安全データベース，2001年～2010年
- 4) 羽山和紀，宮地由芽子：運転指令作業におけるヒューマンエラーのリスク管理支援手法，鉄道総研報告，Vol.24，No.1，pp.15-20，2012
- 5) 国土交通省鉄道局（監修）：注解 鉄道六法 平成22年，第一法規，2010
- 6) 羽山和紀，宮地由芽子：運転指令員のヒューマンエラー防止を支援する，RRR，Vol.69 No.8，2012