

運輸業におけるエラープルーフ化に関する研究

Studies of error proofing in transportation business

経営システム工学専攻

八尾坂 修平

1. 序論

ちょっとした気のゆるみから起こる勘違いや思いこみなどのヒューマンエラーは、様々な事故・トラブルの原因となっている。ヒューマンエラーを防止するためには、注意力に頼るだけではだめで、エラーしにくいよう、エラーしても大丈夫なように業務のやり方(設備、手順、帳票など)を工夫することが大切である。このような工夫は「エラープルーフ化」と呼ばれている。これまで、製造業を中心としたさまざまな分野でエラープルーフ化が行われ、ヒューマンエラーに起因する事故・トラブルの低減が実現されてきた。

しかし、運輸業、特に乗客や交通状況などといった外的要因からの影響を受けやすいバスやタクシーといった分野では、外的要因への柔軟な対応が必要とされるために、エラープルーフ化の考え方・方法がなかなか浸透してこなかった[1][2]。結果として個人の注意力に頼る対策になりやすく、エラーに起因する事故の防止に十分な成果をあげることができていない場合が少なくない。

本研究では、バスやタクシーなどの運輸業の業務に関するエラー、それに対して行われているエラープルーフ化の事例を広く調査して一般化することにより、これらの職場で働いている人たちが、事故やヒヤリハットの情報から、起こりうるエラーに対するエラープルーフ化の対策を立てることを支援できるツールを作成することを試みる。同時に、運輸業におけるエラーおよびエラープルーフ化の事例の収集・体系化の方法についても検討する。これに

より、エラーに対する対策を各自に委ねるのではなく、有効な対策案を会社全体・業界全体で共有することができるようになることが期待できる。

2. エラーと行動のタイプ分け

バス会社 A 社における加害事故 260 件からエラーを抽出し、それらのタイプ分けを行った。また同様に行動を抽出し、それらのタイプ分けを行った。結果を表 1、2 に示す。

表 1 運輸業(自動車モード)のエラータイプ表

| エラーの種類 | | エラータイプ | 内容 | 件数 | |
|----------|-------------------|------------------|------------------------|------------------|----|
| 単独エラー | 進捗エラー | 1 必要な作業の抜け | やるべき作業を行わない | 8 | |
| | | 2 不要な作業の実施 | 余計な作業を行う | 2 | |
| | | 3 状況認識の抜け(確認の抜け) | 確認をしない | 60 | |
| | 情報取得エラー | 4 状況認識の不足(見逃し) | 確認はしたが、対象物を見逃す | 50 | |
| | | 5 状況認識の間違い | 対象物は見たが、状態の認識を間違える | 8 | |
| | | 6 行動予測の間違い | 対象物は見たが、その後の行動の予測を間違える | 19 | |
| | 実行エラー | 判断エラー | 操作対象選定エラー | 7 選び間違え | 2 |
| | | | 車両特有の動きに関する間違え | 8 車両特有の動きに関する間違え | 48 |
| | | なすべき操作の判断エラー | 9 走行スピードの間違い | 出すべきスピードを間違える | 2 |
| | | | 10 前後距離のとり方の間違え | とるべき前後の距離を間違える | 3 |
| | | | 11 左右距離のとり方の間違え | とるべき左右の距離を間違える | 15 |
| | | 操作エラー | 12 不正確な操作 | 不正確な操作を行う | 29 |
| | | | 13 不確実な操作 | 不確実な操作を行う | 4 |
| | 14 突発的な不安定動作 | | 突発的な動作をしてしまう | 8 | |
| 15 情報の誤認 | 情報伝達にて情報の意味を取り違える | | 1 | | |
| 共同エラー | コミュニケーションエラー | 16 情報の受け損ない | 情報伝達にて情報に気づかない | 1 | |
| | | 17 情報の出し逃し | 情報伝達にて情報を出し忘れる | 0 | |
| | | 合計 | | 260 | |

表 2 運輸業(自動車モード)の行動タイプ表

| 行動の種類 | | 行動タイプ | 件数 |
|-----------|-------------|-------------|-----|
| 運転 | 進む | 1 直進する | 17 |
| | | 2 追い越す | 11 |
| | | 3 すり抜ける | 30 |
| | 曲がる | 4 右に曲がる | 35 |
| | | 5 左に曲がる | 30 |
| | | 6 対象物へ寄る | 15 |
| | 進路変更をする | 7 対象物から離れる | 14 |
| | | 8 車線を変更する | 24 |
| | | 9 後退する | 35 |
| | 下がる | 10 発進する | 25 |
| | | 11 停止する | 4 |
| | | 12 駐停車させておく | 8 |
| 乗客対応 | 13 扉を開ける | 4 | |
| | 14 扉を閉める | 7 | |
| | 15 アナウンスをする | 0 | |
| 点検・洗車・その他 | 16 洗車場へ格納する | 1 | |
| | 17 洗車をする | 0 | |
| | 18 点検をする | 0 | |
| | | 合計 | 260 |

3. 現場で行われている対策の調査

エラー・行動タイプを軸として、事故件数のクロス表を作成した。結果を表3に示す。

表3を参考に、それぞれの行動タイプについて件数の多いエラータイプ、対策が必要と考えられるエラータイプ計25事例を典型的なエラー事例(表3網掛部分)とし、これらに対する対策をエラープルーフ化の原理[3][4]をもとに考案した。

考案した対策をもとに調査票(表4)を作成し、対策の実施状況を現場の方(営業チームのリーダー109名)に対して調査を行った。結果の一部を図1、2に示す。

また、調査票による調査の結果をもとに、現場の従業員へ実際に行われている対策に関するインタビューを行った。

表3 クロス表

| エラータイプ | 行動タイプ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|------------|-----------|--------|---------|---------|----------|----------|-------------|-------------|----------|----------|---|
| | 1 直進する | 2 追い越す | 3 すり抜ける | 4 右に曲がる | 5 左に曲がる | 6 対象物へ寄る | 7 対象物から離れる | 8 車線を変更する | 9 後退する | 10 発進する | 11 停止する | 12 扉を開ける | 13 扉を閉める | 14 アナウンスをする | 15 洗車場へ格納する | 16 点検をする | 17 点検をする | |
| 1 必要な作業の抜け | | | | | | | | | | | 5 | | 3 | | | | | |
| 2 必要な作業の実施状況確認の抜け | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| 3 状況確認の不足(見逃し) | 3 | | 3 | 5 | 9 | | | | 12 | 14 | 12 | | | 1 | 1 | | | |
| 4 状況確認の間違い | 4 | | 2 | 9 | 5 | 6 | 2 | | 5 | 14 | 1 | | | | 2 | | | |
| 5 行動予測の間違い | 3 | 1 | | 6 | 2 | 1 | | | 3 | | 3 | | | | 3 | | | |
| 6 選り間違い | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | |
| 7 車両特有の動きに関する間違い | | | 10 | 10 | 11 | 3 | 12 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| 8 走行スピードの間違い | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| 9 前後距離のとり方の間違い | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| 10 左右距離のとり方の間違い | 5 | 7 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 不確実な操作 | | 2 | 10 | 2 | 3 | 5 | | 2 | 4 | | 1 | | 4 | | | | | |
| 12 突発的な不安全動作 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | |
| 13 情報の確認 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 14 情報の受け損ない | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| 15 情報の出し過ぎ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表4 調査票(一部)

| 対策 | 実施の有無 | | | | | 有効性 | | | | |
|--|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 実施していない | 一部実施 | 実施済み | 実施済み | 実施済み | 効果なし | 効果あり | 効果あり | 効果あり | 効果あり |
| 1-1 後退せずに(前進のみで)駐車できるようにする | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1-2 停止線の確認をコンピュータにやらせる | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1-3 停止線を目立つ色にする | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1-4 車両が停止線を越えた場合に気づくようにする(段差をつける等) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1-5 後ろ/ナンバーをやわらかい素材(ゴム等)でコーティングし、接触しても磨耗しないようにする | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

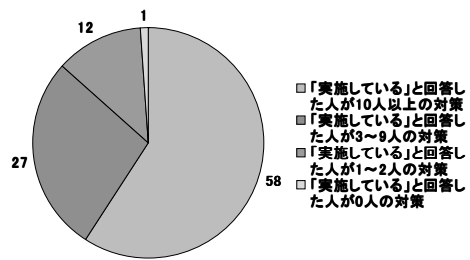


図1 考案した対策の実施状況の評価

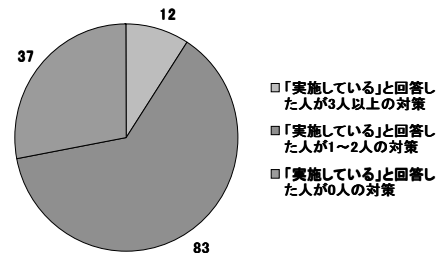


図2 自由記述により得た対策の実施状況の評価

4. 運輸業におけるエラープルーフ化のための対策原理

調査により得た対策を整理・分類し、運輸業(自動車モード)のエラープルーフ化対策原理としてまとめた。結果を表5に示す。対策原理の一例を以下に示す。

原理1: 徐行していつでも止まれるようにする

狭隘路や人通りが多い道を走行する際、他車両や自転車、歩行者が死角から急に飛び出してくることは多くあり、通常の走行では対応が非常に困難である。そこで、必要と考えられる箇所においては徐行(10km/h以下での走行)することにより、飛び出しなどの不測の事態が起きた場合にも、ブレーキにより接触を防ぐことができる。

原理24: 目印をつけて見分けがつきやすいようにする

同じような装置や見えにくい障害物等に目印をつけることにより、選り間違いや見逃しを防ぐ。図3では、前ドアレバーに黒いキャップをつけることにより、中ドアレバーとの選り間違いを防いでいる。この場合は、色だけでなく形を変えることにより、触ったときの感覚も異なるようにしており、視覚・触覚の両面で選り

間違いを防いでいる。



図3 ドアレバーのキャップ

加えて、それぞれの「行動タイプ」と「エラータイプ」の組み合わせに対して、対策原理の有効性を評価した。

5. エラープルーフ化対策支援ツール

「エラー」と「行動」の2つを軸として、その情報から有効な対策案を導くことができるツールを作成した。使用方法の流れは以下の通り。

- ① 行動タイプを特定
 - ② エラータイプを特定
 - ③ ①、②に対する有効性の高い対策原理を抽出し、参照
 - ④ ③に加え、蓄積された過去の事例を参照
- 支援ツールを事故事例 20 件に適用し、対策の考案を行った。対策考案の事例を以下に示す。

<事例1>

・事故概要

折返し場手前にて、折返し場から出てきた当営業所のバスとすれ違いをする際、左側に寄せすぎ、ハンドルを右に切ったため、左後エンジン扉にガードパイプのネジが接触した。

行動タイプ：③すり抜ける

エラータイプ：⑧車両特有の動きに関する間違い

・対策案

原理 17：車格を統一する

→ 運転手ごとに運転する車格を統一して感覚違いをなくす。

原理 22：車両や車外設備に目安を定める

→ 後方の尻振り確認の目安を決めて、そこで安全が確認できない場合には動かない。

原理 23：補助線などを引いて目安を作る

→ ガードパイプ周りに補助線を引き、それより内側に入らないようにする。

<事例2>

・事故概要

当方バスは降車扱い後、待機場に駐車するために縦列駐車を開始した。駐車する際、右側のフェンスを注意しながら後退したため、後方に駐車していた当社〇〇号車の前面に後方バンパーで追突し双方を破損させた

行動タイプ：⑨後退する

エラータイプ：③状況認識の抜け(確認の抜け)

・対策案

原理 1：徐行していつでも止まれるようにする

→ 速度を十分に落としていつでも止まれる速度で後退する。

原理 31：人(乗客・誘導員)に見てもらう

→ 待機場には誘導員を配置し、駐車の際は誘導をしてもらう。

原理 35：運転しやすい道路・車庫・ターミナル形状にする

→ 後退や縦列駐車が不要になるような待機場のレイアウトにする。

その他の適用結果を含めたヒストグラムを図4に示す[5]。

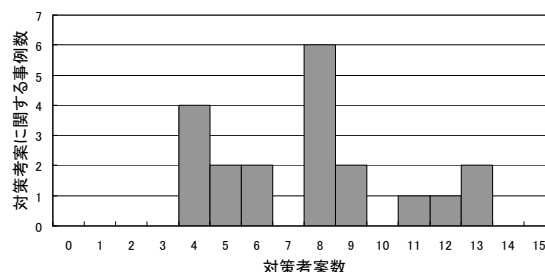


図4 ヒストグラム

6. 考察

図4より、20件すべての事例において4件以上、多いものでは13件と、平均して7.65

件の対策を考案することができた。これより、対策を考案する際に過去の事例の活用が有効であることがわかった。また、適用プロセスの中で行動タイプ・エラータイプを明確にすることにより、事故の本質的な原因を導き出すためのサポートとなることがわかった。

バス会社では営業所により経路等が異なるため、安全に関する取り組みが独立している部分が多い。それぞれ対策は独自の方法をとることが基本となるが、このような形で過去の対策の情報を共有し、活用することも有効であると考えられる。

7. 結論と今後の課題

本研究では、運輸業、特にバスやタクシーといった自動車モードにおいて、事故・トラブルに対する対策を検討する際の補助となるツールの作成を試みた。それにより、過去の対策事例を活用し、新たな事故・トラブルに対して対策を立てる際にいくつかの指針を示すことが可能になったと考えられる。

今後の課題として、他のバス会社やタクシー会社などの複数の会社へと調査の幅を広げること、行動タイプ・エラータイプ以外の要因を有効に活用していくための方法を考案することなどが挙げられる。

参考文献

- [1] 国土交通省 HP－運輸安全－：<http://www.mlit.go.jp/unyuanzen/index.html>
- [2] 中條武志：“交通機関におけるヒューマンエラーの防止と運輸安全マネジメントの役割”、「運輸事業の安全に関するシンポジウム要旨集」、2008.
- [3] 中條武志：“ヒューマンエラーによる事故・トラブルを防ぐ”、「QC サークル」、No.558-563、2008.
- [4] 中條武志：「ポカミス防止実践マニュアル」、品質月間委員会、2002.
- [5] 鈴木和幸、青木健：“ユーザーの使用段階でのトラブルを未然防止するエラープルーフ化の方法”、「品質」、Vol.39-No.4、2009.

表5 運輸業（自動車モード）のエラープルーフ化対策原理表

| 対策の種類 | | 対策原理 | 例 | |
|---------------|------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 発生防止 | 余裕を持つ | 1 徐行していつでも止まれるようにする | 込み合った道では徐行 | |
| | | スピードを落とす・止める | 2 周囲を確認する余裕を持てるように減速する | 確認箇所が多い場合は原則 |
| | | | 3 速度を落として乗客に負担がかからないようにする | 急発進による転倒を防止 |
| | | | 4 扉の動きを遅くして余裕を持たせる | 乗客を挟まないように |
| | | 距離をあげる | 5 一旦止まって周囲に気を配る余裕を持つ | 左折時には必ず一旦停止 |
| | 6 危険を感じたときは車から降りて確認をする | | 後退前に目視で後方確認 | |
| | 7 距離をあけて動きに余裕を持つ | | 寄せすぎない | |
| | 8 自車が大型車両であることを意識する | | 無理な割り込みをしない | |
| | 9 危険に備えてブレーキを踏む準備をしておく | | 飛び出しに備える | |
| | 標準化・統一する | 予め備える | 10 先を考えて余裕を持った動き方をする | 出やすいようにバス停に寄せる |
| 11 行動手順を標準化する | | | まず横断歩道を塞いでから | |
| 手順を標準化する | | 12 確認手順を標準化する | 左折時は尻振り・歩行者・内輪の順に確認 | |
| | | 13 操作手順を標準化する | 交差点での停車は必ずサイドブレーキ | |
| | | 14 行動の方法を標準化する | 寄せる際のコース取りを決める | |
| | | 15 確認方法を標準化する | 確認時は体を前に出す | |
| | | 16 操作方法を標準化する | ハンドルの切り具合の目安を定める | |
| | | 17 車格を統一する | 車格ごとに運転手を専属化 | |
| | | 18 アフォーダンスの高い装置のレイアウトにする | 前ドアレバーと中ドアレバーを前後に配置 | |
| | | 19 操作しやすい設備にする | ブレーキペダルを大きくする | |
| 整合させる・適合させる | 現物・実感と合った設備にする | 20 運転しやすく車両を調節する | 車高アップ装置で車高を調節 | |
| | | 21 注意して見るポイントを決める | 右に曲がる際の車両右下は要注意 | |
| | 目安を決める | 22 車両や車外設備に目安を定める | オーバーフェンダー位置で尻振り確認 | |
| | | 23 補助線などを引いて目安をつくる | ハンドルを切り始める位置に補助線を引く | |
| | 目安を作る | 24 目印をつけて見分けが付きやすいようにする | ドアレバーにキャップをつける | |
| | | 25 ミラーやカメラで視野を広げる | バックアイカメラを搭載 | |
| | 補助する | 26 操作を自動化する | ハンドルの切り具合をガイド | |
| | | 27 動かずに相手が動くのを待つ | 自車を無理に動かさない | |
| | 相手・人の力を借りる | 28 手前で止まって相手に車両の存在を気づかせる | 歩行者手前で停止し存在を知らせる | |
| | | 29 車内アナウンスを活用してお客様に注意を促す | 「手すりやつり革におつかまりください」 | |
| 危険な動作を禁止する | 相手を動かす・相手に知らせる | 30 アラームやアナウンスで車外に危険を知らせる | 左折時に「左に曲がります」のアナウンス | |
| | | 31 人（乗客・誘導員）に見てもらう | 車庫には誘導員を配置 | |
| | 危険な動作を禁止する | 32 行動そのものを禁止する | 公道での後退禁止 | |
| | | 33 危険な動作を禁止する | 信号待ち時は雑務を禁止 | |
| | 危険を除く・迂回する | 34 危険な障害物を取り除く | 死角の枝は取り除く | |
| | | 35 運転しやすい道路・車庫・ターミナル形状にする | 後退せずに格納できる車庫に | |
| | 危険を迂回する | 36 経路を変える | 混雑箇所を通らない経路に | |
| | | 37 センサーで扉の動きを抑制し接触を回避する | ステップに乗客がいる際は扉開閉不可能に | |
| | 波及防止 | エラーを検知する | 38 車外センサーで接触の危険を知らせる | 一定距離より近づいたらアラーム |
| | | | 39 事故発生時に危険な座席をなくして事故の影響を小さくする | 急停車の影響を受けやすい左前座席の撤廃 |
| エラーの影響を小さくする | | 40 衝突しても影響が少ない車両・環境にする | ゴムなどの柔らかい素材で保護する | |
| | | 41 扉センサーで接触を感じて被害を小さくする | エレベータのように接触したら自動で開く | |