

## ヒューマンエラー体験・体感型学習プログラムの開発

Development of Interactive Educational Program about Human Error



稲葉 緑\*



小野寺 理\*\*



今泉 崇\*



白井 郁男\*



武田 祐一\*

We have developed the educational programs about human errors for the railway personnel. To help learners understand that anyone can make an error, each program includes a serious game to give them with a chance to experience their own error. This paper focuses on the elaboration of these serious games. We examined impacts of factors related to the setting of the games in order to make it sure for the learners to make errors in the game. The results showed that the error rate is considerably high in the serious games of the program for teaching a mistake. As for the other programs, it is indicated that the development of the programs based on the findings in the experiments will promote the participants' comprehension about the human errors and their motivation to prevent these errors.

●キーワード：ヒューマンファクター、ヒューマンエラー、教材、シリアスゲーム

### 1. はじめに

近年の事故件数の減少やシステム化の進展により、失敗体験を得られる機会は少なくなっている。このような状況で、社員が「自分はエラーを起こさない」と誤って考える可能性がある。このような誤った認識は、ヒューマンエラーによる事故を防止していこうとするモチベーションにつながらない。

本研究では、各現業機関にあるパソコン上で「誰でも」「簡単な課題であっても」エラーを起こす可能性があることを体験・体感することを可能とするプログラムを開発した。体験型の教育プログラムでは学習者が考えて動くことにより、学習者を学習過程に深く関与させることを目指す<sup>1)</sup>。従来の知識提供型プログラムに比べ、学習者が学習内容を自身の問題に適用することを促すとされる<sup>2)</sup>。このようなプログラムを通して、社員にエラーの発生メカニズムや誘発要因を理解させ、社員自身による対策の考案を促すことをめざした。

### 2. プログラムの構成

教育対象であるエラーは、過去3年間に当社で発生した事故、あるいはインシデントの解析結果に基づき、教育の重要性を重視して選定されたものの中から「思い込みエラー」「お手つきエラー」「コミュニケーションエラー」「ルール違反」の4種のエラーについて本研究で取り扱うこととし、合計5つのプログラムを開発した。各プログラムの目標は、学習者がヒューマンエラーに対する自己関連性を実感することと、そのエラーに関する知識を習得することであった。これらの目標を達成するため、各プログラムを、2つの部分から構成した。第一部分は、学習対象であるヒューマンエラーを体験するゲーム問題部分とした。この部分のように、学習内容を学習

者に提供するためのゲームは「シリアスゲーム」と呼ばれており<sup>3)</sup>、近年では、安全教育を目的としたものも開発されている<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup> (Haga, Onodera, Yamakawa, Oishi, Takeda, & Kusukami, 2013; Tesei, Barbieri, & Kessel, 2012)。第二部分は、エラーに関する解説部分とした。この部分の構成は5つのプログラムとも①ゲーム内で体験されたエラーの振り返り、②職種系統別のエラーに起因する事故事例紹介、③エラーのメカニズムに関する詳細な解説、④事故事例に対する対策例の紹介、とした。

### 3. 各プログラムの詳細

本節では、各プログラムの具体的内容を述べ、特にゲーム部分に焦点を絞り、詳細を記述する。

#### 3.1 思い込みエラー

思い込みエラーは、作業者の考えに合う情報が優先的に認知されたり、考えに合うように情報が解釈されたりすることで出現した行為が、結果として不相当であるものを指す<sup>6)</sup>、<sup>7)</sup>、<sup>8)</sup>。

##### (1) ゲーム問題

漢字の読み仮名を選択肢4つより選ぶ。選択肢の1つは「該当なし」である。

##### (2) エラー体験の仕掛け

漢字は「一」から順に一画、または二画ずつ増える。問題に答えるうち学習者は「次は画数の多い漢字が出るだろう」と予測するようになる。最終問題で漢字に似せた記号(図1 右)を提示すると、予測していた漢字の読み仮名の選択肢を回答に選んでしまう。

## 3.2 お手つきエラー

お手つきエラーは、めったに発生しない事象に対し、「いつもと同じ」と誤って対応してしまうエラーであり、「アクションスリップ」という注意コントロール失敗エラーの一種である<sup>9)、10)</sup>。タイムプレッシャーが強いほど、また、反応しなければならぬ刺激と反応を抑制しなければならぬ刺激との見た目の違いが小さいほど、お手つきエラーをしやすいたことが明らかにされている<sup>11)</sup>。

### (1) ゲーム問題

あらかじめ与えられた顔の条件(例:ブタ鼻は宇宙人)に従って、画面に1人ずつ提示される人を「宇宙人」あるいは「地球人」のいずれかと判断する(図2)。

### (2) エラー体験の仕掛け

地球人は高頻度で、宇宙人は低頻度で提示する。「地球人」と回答し続けると、「たまに」提示される宇宙人に対しても、うっかり「地球人」と回答してしまう。

## 3.3 コミュニケーションエラー

コミュニケーションエラーとは、伝え手(発信側)と受け手(受信側)の間にある言葉についてのイメージが異なることがきっかけで、情報が正しく伝達されないエラーである。

### (1) ゲーム問題

4つの絵からキーワードに最も合う選択肢を選ぶ(図3)。各問題に、正解は無い。

### (2) エラー体験の仕掛け

各選択肢が選ばれた割合を円グラフで示す。事前調査における一般参加者の回答データに基づき、回答のバラつきが大きい問題を選定しており、同じ表現でも人によって異なる意味として捉えてしまう可能性を見せることで、食い違いの発生しやすさを実感させる。



図1 「思い込みエラー」プログラム



図2 「お手つきエラー」プログラム

## 3.4 ルール違反

ルール違反は、作業者本人が意図的にルールを逸脱する行為を指す<sup>12)</sup>。意図的な行為の根本には「ルールを守らなくとも問題は起こらないだろう」などの認知や判断に関わる誤りがある。この誤りは本人が意図しなかったものであり、この点で違反はヒューマンエラーとみなすことができる。作業者本人がルール逸脱をまったく意図しないエラー(例 思い込みエラー)よりも複合的な要因によって誘発されるエラーであるがゆえに、対策が非常に難しい<sup>12)</sup>。この複合的な要因のうち、本研究では「作業の慣れ」と「作業負担」の2種類に焦点を当てた。

### 3.4.1 作業の慣れによって助長されるルール違反

#### (1) ゲーム問題

適量の空気を入れて風船5個を飛ばす。守るべきルールは、風船の空気量を目視と空気量測定ツールを使って確認することである(図4)。

#### (2) エラー体験の仕掛け

最初の1個目の問題では、学習者は慎重に空気量測定ツールを使用し、風船を確実に飛ばすように努める。しかし、非常に容易で「慣れ」を感じやすい課題であること、1~4個目の問題では風船を飛ばす成功体験が得られやすいようゲームを設定していることにより、学習者は測定ツール利用の意義を感じにくく、徐々に空気量の判断を目視だけに頼るようになる。最後の5個目の問題では、ルール違反行為が失敗につながるように設定されている。

### 3.4.2 作業負担の大きさによって助長されるルール違反

#### (1) ゲーム問題

画面上に表示される数字に対して、1から順に20までの数字をクリックし、クリックした数字の色が一瞬変わることを確認しながら、数字の抜けの有無を回答する(図5)。

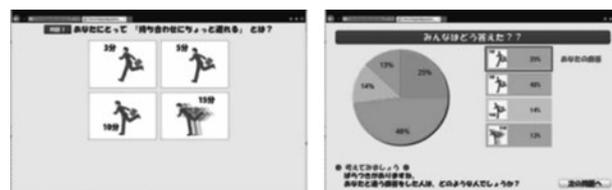


図3 「コミュニケーションエラー」プログラム



図4 「作業の慣れによって助長されるルール違反」プログラム



図5 「作業負担の大きさによって助長されるルール違反」プログラム

## (2) エラー体験の仕掛け

1つ1つの数字をクリックし、クリックした数字の色が一瞬変わることを確認させる理由は、目で数字を追うだけよりも手も動かす方が、負担が大きいためである。求められている回答が数字の抜けの有無なので、学習者はクリック作業を面倒と感じやすく、省略したい気持ちが喚起される。前半の問題では数字の抜けが無いこともあり、後半になるほど、クリックによる数字確認が省略されやすくなる。ゲームの結果をフィードバックする際、数字の抜けの有無の回答結果だけでなく、クリックの有無によってルールを遵守したかどうかという結果も表示する。

## 4. 現業機関試行

一般参加者を対象とした予備実験実施後、現業機関の社員を参加者としてゲーム問題部分、ならびに解説部分に対する評価を得ることとした。主な目的は次の点であった。

- (1) ゲーム問題部分で社員が体験するエラーの発生確率やエラーパターンを観測し、各プログラムの問題設定の妥当性・信頼性について確認する。
- (2) 一般試行では評価対象としなかった解説部分についての理解しやすさ、納得感について評価を得る。

参加者は20歳代から50歳代までの現業機関に勤務する社員129名とした。実験では、参加者の着席した机にパソコンを設置し、そのパソコンに向かって、各自プログラムに1つずつ取り組んでもらった。

### 4.1 結果と考察

#### 4.1.1 思い込みエラー

エラー体験者は84%であった。また、プログラム取り組み後のアンケートでは、90%の参加者がエラーへの理解が向上したと回答し、解説に納得したと評価した参加者も92%であった。

学習者のエラー体験可能性は非常に高いことが確認され、ゲーム部分については、ほぼ完成したと言える。解説部分についても、学習者である社員にとって非常に納得度の高い内容であることが確認された。

#### 4.1.2 お手つきエラー

1回でも誤った回答をした参加者の割合は11%であった。このように、エラーを体験した参加者の割合は低い。しかし、宇宙人に対して「地球人」と回答するエラーについて詳細をみると、正しく「宇宙人」と回答した場合よりも反応時間が短かった。これは、エラーが「地球人」と押すことを抑制できなかったため、すなわち、認知的注意のコントロールに失敗したためと考えられる。ここから、観測されたエラーがお手つきエラーであることを確認できた。

プログラム取り組み後のアンケートでは、92%の参加者がエラーへの理解が向上したと回答し、解説に納得したと評価した参加者は97%であった。

出現したエラーは学習対象となるエラーであると推定されたため、今後は同様のエラーの出現率を高めるためのゲーム部分の改善が必要であると考えられた。

#### 4.1.3 コミュニケーションエラー

5問中、回答がばらついた問題は4問あり、1問（「代表的な駅といえば？」）には、回答にほとんどばらつきが見られなかった。プログラム取り組み後のアンケートでは、95%の参加者が、エラーへの理解が向上したと回答し、解説に納得したと評価した参加者は97%であった。

このプログラムの問題は、ヒューマンエラーを直接体験させるものではない。しかし、コミュニケーションエラーに対する参加者の理解度・納得度は高かった。回答のバラつきが小さかった1問を別の問題に差し替えることで、プログラム全体の完成度はさらに高まると考えられる。

なお、このプログラムに対する参加者の評価が非常に高かった理由の1つに、自分の回答と他人の回答を比較することで、「自分がどのようなタイプの人間なのか知る」楽しみを提供している点があげられる。また、この「タイプ」には正解や望ましい解が無く、参加者は自身の選択によってヒューマンエラーへの脆弱性を評価されない。この点が、ほかのエラー体験型プログラムと異なり、参加者にとっては安心してエラーについて学習できる教材と評価された可能性がある。

#### 4.1.4 作業の慣れによって助長されるルール違反

エラー体験者は34%であった。しかし、最後の5個目の風船で空気量測定ツールを利用せずに飛ばすルール違反者は、1個目の風船から徐々に確認回数が減少する傾向がみられた。すなわち、エラー体験の仕掛けが狙ったとおり、問題が進むにつれて、目視への依存傾向上昇が確認できた。

プログラム取り組み後のアンケートでは、87%の参加者がエラーへの理解が向上したと回答し、解説に納得したと評価した参加者は96%であった。

お手つきエラーのプログラム同様、目標とするエラーを参加者が体験している点は確認できたが、今後、例えば、タイムプレッシャーを若干高めるなどの改変により、エラー出現率を上昇させるなど、より多くの学習者にエラーを体験させる設定とする必要がある。

#### 4.1.5 作業負担の大きさによって助長されるルール違反

エラー体験者は参加者のうち25%であった。プログラム取り組み後のアンケートでは、86%の参加者がエラーへの理解が向上したと回答し、解説に納得したと評価した参加者は89%であった。

作業の慣れによって助長されるルール違反のプログラム同様、このプログラムでのルール違反を体験した参加者は25%に留まっており、ルール違反を高める改善はさらに必要である。ただ、一般参加者を対象とした試行では違反率が高いという結果も得られていることから、このエラー体験率の低さは、試行環境や社員の特性によるものと解釈できる。例えば、一般参加者の一グループ48人は同じ部屋に滞在し、それぞれプログラムに取り組んだ。一方、現業機関における試行では、参加者2、3人が会議室で個々にプログラムに取り組んだ。一般参加者を対象とした実験の時に比べ、同室に在室した実験者である我々の目を強く意識した可能性がある。また、このプログラムは運転適性検査における注意配分課題と似ているとの感想が聞かれた。本プログラムの問題回答に必要とする負担は、数字を画面上から探す負担と、探し出した数字をクリックする負担に分けられる。注意配分課題を経験している社員にとって、前者の数字を探す負担は一般参加者よりも小さく感じられたとも考えられる。このことで、ルール違反が起りにくかった可能性もある。これらの解釈を基に、特にゲーム部分について、改変を続ける必要がある。

## 5. おわりに

本研究において開発したプログラムは社内のポータルサイトで展開される予定である。ポータルサイトには、自身のヒヤリハット体験や独自の対策案などを社員が投稿できる機能が含まれる。その投稿内容を精査し、解説部分に反映することもできる。このように現業機関の社員を教育に参加させることにより、社員のヒューマンエラー対策へのモチベーション向上が期待されるとともに、プログラムの内容がより現業機関の実態に沿ったものとなる。

一方、プログラムで紹介された知識を、自分の作業や状況に適切に結びつける能力や意思には個人差がある。解説部分において、事件事例を職種系統別に紹介したり、実

際の対策を示したりして、上記の個人差に関する問題解消を目指している。さらに今後は、現業機関で実施されているグループワークでプログラムを活用するための手引きを作成するなど、学習内容を自身に関係づけるためのフォロー体制を充実させる予定である。

#### 参考文献

- 1) Kolb, D.A.; Experiential learning: experience as the source of learning and development, 20-38, 1984.
- 2) Richmond, A.S., and Hagan, L.K.; Promoting higher level thinking in psychology: Is active learning the answer?, Teaching of Psychology, 38, 2, 102-105, 2011.
- 3) Pourabdollahian, B., Taisch, M., and Kerga, E.; Serious Games in Manufacturing Education: Evaluation of Learners' Engagement, Procedia Computer Science, 15, 256-265, 2012.
- 4) Haga, S., Onodera, O., Yamakawa, A., Oishi, A., Takeda, Y., Kusakami, K., and Kikkawa, T.; Training of resilience skills for safer railways: developing a new training program on the basis of lessons from tsunami disaster, Proceedings of the 5th Symposium of the Resilience Engineering Association, 2013.
- 5) Tesei, A., Barbieri, A., and Kessel, R.; Survey on serious games applied to security, safety, and crisis management, Procedia Computer Science, 15, 320-321, 2012.
- 6) ITARDA; 人はどんなミスをして交通事故を起こすのか, ITARDA Information, 33, 2001.
- 7) 嶋森好子; 患者安全のために看護業務のリスク低減化を図る, 医学・医療安全の科学, 100-111, 2004.
- 8) 米山信三, 池田敏久, 大獄ヒサ; ヒューマンエラーの背景要因の分析, 鉄道労働科学, 39, 1-12, 1985.
- 9) Norman, D.A.; Categorization of Action Slips, Psychological Review, 88, 1-15, 1981.
- 10) Rasmussen, J.; Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-13, 257-266, 1983.
- 11) Baars, B.J.; Experimental Slips and Human Error, New York: Plenum Press, 1992.
- 12) Reason, J.; Human Error, Cambridge University Press, 1990.