

鉄道運転シミュレータにおけるトラブルイベント発生時のエラー行動

和田 一成* 守屋 祥明 横江 隆司 沖 覚 藤野 秀則 (西日本旅客鉄道株式会社)

Study of error in encountering trouble events on railway driving simulator

Kazushige Wada*, Yoshiaki Moriya, Takashi Yokoe, Satoru Oki, Hidenori Hujino (West Japan Railway Company)

This study explored emotion and following error in encountering trouble events on railway driving simulator. Participants were asked to drive until last station and deal with trouble events adequately. Results indicated that emotion which participants had evoked constructed three factors and score of the surprise and confusion factor was high in major overrun and car-crash accident. Furthermore, procedures of major overrun and car-crash accident was implemented less than those of other trouble events. These results suggest relationship emotion and error.

キーワード：鉄道運転シミュレータ，エラーの連鎖，情動
(railway driving simulator, chain of error, emotion)

1. はじめに

日々の鉄道現場の中で、1つのエラーやトラブルが新たなエラーを誘発し、被害を拡大させてしまうことがある。本研究は、鉄道運転士におけるこのようなエラーの連鎖を考え、重大事故防止に貢献することを目的としている。

本研究では、エラーの連鎖が、情動を媒介することによって発生していくと考えている⁽¹⁾。したがって、メカニズムの解明には情動の発生過程や行動への影響を詳細に検討することが不可欠である。そこで、実際にトラブルに直面した運転士がどのような反応を示すかを把握するために、運転シミュレータを用いた実験を行った。実験では、シミュレータ上でトラブルイベントを発生させ、その際に運転士がどのような情動を喚起し、どのような行動を取るかを測定した。

2. 方法

〈2・1〉 実験協力者 現役運転士40名(全員男性、平均年齢27.0歳、平均経験年数3年10ヶ月)。20名は運転士経験2年未満、20名は5年以上10年未満であった。

〈2・2〉 課題 課題は、シミュレータ上で与えられた行路を、途中のトラブルイベントに適切に対処しながら最終駅まで運転することであった。行路に含まれる駅は7駅で、どの行路も各駅停車とした。本試行の行路は全部で5本あり、そのうち4本では様々なトラブルイベントを発生させた(図1; 行路例、表1; 設定したトラブルイベント)。



図1 トラブルつき行路の例 (A行路)

表1 各行路のトラブル内容

行路	第1イベント	第2イベント	第3イベント
A	特発*動作	停止位置行過ぎ(小)**	踏切人身事故
B	飛来物発見	停止位置行過ぎ(大)***	踏切自動車事故
C	信号急変	急病人発生	場内信号機消灯
D	踏切内自動車進入(早期発見)	踏切警報機故障通告	パイロットランプ不点灯

*特殊信号発光機の略。

**ホーム内の軽微な行過ぎ

***ホームを外れた、大きな行過ぎ

〈2・3〉 手続き まず実験の説明と練習を行い、その後本試行を行った。本試行では、先にトラブルのないペースライン行路1本を行い、その後トラブル行路4本を行った。トラブル行路は、カウンターバランスした。シミュレータ運転中にトラブルが起こった場合、車掌役もしくは指令役の実験者と連絡が取れるようになっていた。

実験協力者は、行路が終了するたびにその行路で発生したトラブルについての情動質問に回答した。質問紙では、焦った、慌てた等25個の感情・情動語を提示し、それぞれの気持ちに「0. まったくならなかった」から「8. 非常にあった」までの9段階で評定させた。なお、実験で設定した

トラブルは全部で 12 種類だったが、場面を細分化したものがあつたため、質問対象場面は計 15 種類となった。

すべての行路運転と質問紙への回答が終了した後、実験の感想などを聞いて実験を終了した。

3. 結果と考察

〈3・1〉 情動質問紙結果 和田⁽²⁾では、情動質問紙の結果について因子分析を行い、トラブル発生時の情動反応が驚き・あわて因子、イライラ因子、くやしき因子の三つの因子から構成されることを示した。それぞれの因子のトラブルごとの因子得点を表 2 に示す。踏切人身事故、ブレーキ無効 (大)、踏切自動車事故等で驚き・慌て因子の得点が高かった。

表 2 各トラブルの因子得点

イベント	驚き・慌て因子	イライラ因子	くやしき因子
特発動作	-.351	-.129	-.294
ブレーキ無効 (小)	.601	.143	.020
停止位置行過ぎ (小)	-.409	.192	.990
踏切人身事故	.776	.385	.322
飛来物付着	-.077	-.157	-.212
ブレーキ無効 (大)	.832	.252	.195
停止位置行過ぎ (大)	.353	.172	.592
踏切自動車事故	.794	.294	.131
信号急変	.011	-.189	-.278
急病人発生	-.572	-.270	-.350
場内信号機消灯	.039	.015	-.142
自動車進入早期発見	-1.094	-.349	-.378
連絡依頼	.199	.026	-.173
踏切警報機故障通告	-1.060	-.312	-.276
パイロットランプ不点灯	.002	-.059	-.139

表 2 各トラブルの因子得点

〈3・2〉 達成率 次に、エラー反応の分析を行った。今回の分析では、適切な対処作業が履行されない場合をエラーであるとして、適切な対処作業がどの程度達成されたかを分析した。対処作業としては、それぞれのトラブルイベントについて、実験状況に沿った作業手順を定めた。設定した作業手順の例を表 3 に示す。なお、表中の「その他」は、定められた手順からの逸脱に分類しにくいエラー（言い間違いなど）をカウントするために設けた。

表 3 作業手順例

停止位置行過ぎ (大)	踏切自動車事故
達成率作業手順	達成率作業手順
1.00 ブレーキ追加、非常停止手配	0.95 非常気笛吹鳴
0.33 防護無線発報 (車両接触限界を越えて停止するため)	1.00 非常停止手配
0.85 その他 (序盤)	0.74 機関停止 (パン降下 or TE使用)
0.56 車掌と打合せ (列車後部からホームまでの距離)	0.83 列車防護
0.73 指令に報告	0.92 その他 (序盤)
0.56 車掌に踏切の安全確認を依頼	1.00 車掌に連絡、打合せ
1.00 車掌に推進運転合図を要請	0.96 指令に状況を連絡
0.90 ATS「切」	0.21 係員召集気笛吹鳴
1.00 所定停止位置まで15km/h以下で後退	0.82 その他 (中盤)
0.49 その他 (中盤)	0.89 車掌と打合せ
0.72 所定停止位置に停止後、ATS「入」	0.58 パン上げ等、運転再開準備
0.92 信号を確認喚呼する	1.00 車掌の出発合図を受け、運転再開
0.97 逆転器「前」	0.89 その他 (終盤)
0.92 指令に再度連絡し通告を受ける	
0.77 車掌に「ドア」開き、(知らせ灯)点滅し、進行ノッチ投入	
0.97 踏切手前一旦停止、安全確認	
1.00 前線運転台が踏切を通過するまで15km/h以下で運転	
0.90 その他 (終盤)	

図 2 に、イベントごとの達成率を示す。全 12 イベントの達成率について一元配置の分散分析 (協力者内要因計画) を行ったところ、イベントの種類の主効果が有意となった ($F(11,385) = 9.158, p = .000, \epsilon = .623$)。Bonferroni 法に

よる多重比較を行ったところ (有意水準 5%)、停止位置行過ぎ (大) の達成率は、特発動作、停止位置行過ぎ (小)、飛来物付着、急病人発生、場内信号機消灯、踏切警報機故障通告、パイロットランプ不点灯よりも有意に達成率が低かった。踏切人身事故の達成率については、特発動作、停止位置行過ぎ (小)、飛来物付着、急病人発生、場内信号機消灯、踏切警報機故障通告、パイロットランプ不点灯の達成率よりも有意に低かった。以上より、停止位置行過ぎ (大) と踏切自動車事故の 2 つのイベントが、他のほとんどのイベントよりも達成率が低いことが示された。

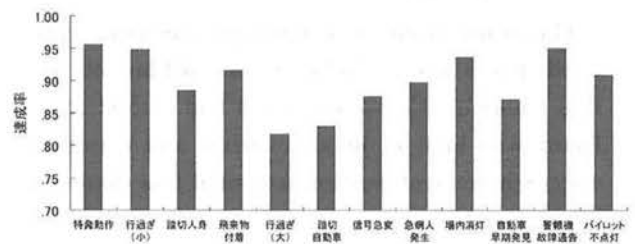


図 2 各トラブルの手順達成率

停止位置行過ぎ (大) と踏切自動車事故の作業手順ごとの達成率を見ると (表 3)、停止位置行過ぎ (大) では、「所定停止位置に停止後、ATS「入」」が 0.74 と比較的低い。ATS の操作は重要な作業であることはよくわかっている、つい忘れてしまう状況であることが示唆される。一方、踏切自動車事故では、終盤の「パン上げ等、運転再開準備」が 0.58 と低く、パンタグラフ上昇などの基本的な作業の失念が起りやすくなっていることが示唆される。以上より、いずれのイベントにおいても中盤以降の作業の失念の可能性が普段より高くなる傾向が示唆された。ただし、これがシミュレータ実験と言う特殊状況 (安全面や緊張感に関する実際の乗務との乖離) によるものである可能性も否定できない。また、序盤に起りうるエラーなどについても今後詳細な検討が必要と考えられる。

4. まとめ

鉄道運転シミュレータを用いた実験の結果、設定した 12 種類のトラブルの中で、停止位置行過ぎ (大) と踏切自動車事故での対処作業の達成率が低かった。この 2 つのイベントは、驚き・慌て因子の得点も高くなっており、大きな情動が起こったときにはエラーが起りやすくなるという考えに一致する結果である。また、二つのイベントの作業を詳細に検討したところ、中盤以降の失念エラーに注意が必要であることが示唆されたが、これが実場面に即座に当てはまるかは不明である。今後は、訓練などへの活用も考慮して、さらに詳細にエラー行動を分析していきたい。

文 献

- (1) 和田一成:「鉄道運転場面におけるエラー連鎖の概念整理と事故事例分類」, 日本心理学会第 73 回大会発表論文集, p.1326, (2009).
- (2) 和田一成:「鉄道運転シミュレータにおけるトラブルイベント発生時の情動反応」, 日本心理学会第 74 回大会発表論文集, p.1262, (2010).