

触車事故防止ルールの遵守徹底に向けた安全教育法の開発

村越 暁子* 宮地 由芽子* 松本 麻美**
 鎌木 俊暁* 羽山 和紀*

Development of Safety Training Method for Thorough Adherence to the Rules for Preventing Man-Collision Accidents

Akiko MURAKOSHI Yumeko MIYACHI Mami MATSUMOTO
 Toshiaki KABURAGI Kazunori HAYAMA

By conducting opinion surveys among on-site railway personnel, the authors makes it clear that training of “processes that not observing rules leads to accidents” is necessary, in order to promote more rigorous rule keeping. Following this result, three educational items for group discussion and four educational items for hands-on experience are developed to provide training on better understanding the processes leading to man-vehicle collision accidents. Six educational programs combing the seven educational items were trialed with a group of on-site personnel involving track maintenance or electrical installations. The followings are confirmed: the satisfaction level among the participants of the educational programs is high; the rule compliance attitude of the participants continues to be improved for about one month later; the sense of burden imposed on the site managers as a lecturer is within the operational permissible range.

キーワード：触車事故防止，安全教育，ルール遵守，アクティブラーニング

1. はじめに

鉄道線路に近接する作業や立ち入る作業は、列車が運行しない夜間時間帯等に行われることが基本であるが、列車の運行間隔が長い場合等では、列車の運行間合いに軽微な点検作業等を行うことがある。作業の機械化や管理システムの導入による安全性の向上が実現しているものの、次列車確認時のタイヤのWチェック、早期待避等、人の判断・行動が求められる取り扱いも残されている。これらの取り扱いは「触車事故防止ルール」としてルール化され、その内容や手順の教育が行われている。

一方、不安全行動は、一般に、「知識・スキル不足によるもの」、「意図しないエラー（うっかりエラー）によるもの」、「ルール不遵守」に分類される¹⁾。このうち本研究では、「ルール不遵守」の防止が対象である。ルール遵守の徹底のためには、「そもそもなぜそのルールが必要なのか」というルールの存在理由の教育が必要である²⁾。安全に関するルールである触車事故防止ルールの場合、ルールの存在理由とは、ルールを遵守しないとリスク（危険性）が生じるからである。また、ルール不遵守の場合のリスクへの主観的な評価が、ルール遵守するかを左右すると指摘されている³⁾。そこで本研究は、触車事故防止ルールを遵守しない場合のリスクを教育することにより、ルール遵守の徹底を図る安全教育法の開発を目指した。

また、ルール遵守は、上司や同僚が容認すると不遵守が行われやすい等、職場風土の影響を受ける²⁾。特に鉄道の保守作業の多くはチーム作業であるため、安全に向けた職場風土を醸成するために、ふだん一緒に作業しているメンバーと一緒に受けることのできる教育法が望ましい。そこで本研究は、現場管理者等が講師を担当し、職場で実施できる教育法の開発を目指した。具体的には、シミュレータ等の大型装置を使わずに、現場の会議室等で実施可能な方法を検討した。

2. ルールの遵守徹底に向けた教育法の開発

2.1 教育内容の検討

リスクマネジメントの分野では、リスクの要素には、“危害のひどさ”と“危害の発生確率”があるとされ、“危害の発生確率”はさらに、“危険区域への暴露の頻度”、“危険事象の発生確率”、“危険回避の可能性”により決定される⁴⁾。これら4つの要素を鉄道の保守作業にあてはめると、“危害のひどさ”は「触車事故後の影響」であり、“危険区域への暴露の頻度”は「線路内に立ち入る頻度」、“危険事象の発生確率”は「不遵守の発生確率」、“危険回避の可能性”は「不遵守が事故につながる可能性」となる。これら4つの要素への認識のうち、ルール遵守に影響する可能性があり、かつ教育により変容する可能性があるのは、「触車事故後の影響」と「不遵守が事故につながる可能性」の認識であると考えられた。

一方、心理学の分野では、リスク認知を構成する要素

* 人間科学研究部 安全性解析研究室

** 軌道技術研究部 軌道管理研究室

特集：人間科学

に、リスクに対する“こわさ”があると指摘されている⁵⁾。鉄道の保守作業にあてはめると、“こわさ”は、線路内はこわい場所であるという「線路内のこわさ」と、事故はこわいという「事故のこわさ」の2種類のこわさが存在すると考えられた。

以上を踏まえて、教育すべきリスクの要素を事象の進展段階の順に、線路内は危険な場所であるという「線路内のこわさ」(前提)、不遵守が事故につながるという「事故の発生プロセス」、事故はこわいという「事故のこわさ」(結果)、事故後は各方面に影響があるという「事故後影響」とした(図1)。

触車事故防止ルールへの遵守徹底のために、リスクのどの要素(図1)を教育すれば効果的であるかを検討するために、現場社員に対する調査を行った。

調査では、触車事故防止ルールのうち、「次列車確認時のダイヤのWチェック」と「早期待避」の2つのルールを例にした。そして、直近作業で当該ルールを完全に遵守した人(高遵守行動群)とそれ以外の人(低遵守行動群)に分けて、「ルールを守ろう」というルール遵守態度およびリスクの構成要素に対する認識(表1)を比較した。この結果(図2, 図3)、高遵守行動群は低遵守行動群に対して、「ルール遵守態度」が高かった。

この結果は、ルール遵守行動にはルール遵守態度が関係することを示しており、ルール遵守の徹底のためには、ルール遵守態度を向上させることが有効であることを確認した。

さらに、高遵守行動群は低遵守行動群よりも、「事故の発生プロセス」の認識が高かった。一方、「線路内のこわさ」、「事故のこわさ」、「事故後の影響」の認識の平均値は全体として高く、高遵守行動群と低遵守行動群の間に統計的に有意と言えるほど大きな差は確認できなかった。この結果より、ルール遵守の徹底のためには、リスクの構成要素(図1)の中でも特に、「事故の発生プロセス」の教育が重要であることが示唆された。一方、日常的に線路内作業を行っている本研究の対象者では、ルール不遵守のリスクの構成要素である「線路内のこわさ」、「事故のこわさ」、「事故後の影響」といった認識は既に高いため、これらの認識をさらに高める教育を新たに行っても、ルール遵守徹底のための効果は小さく、効果的ではないことが示唆された。

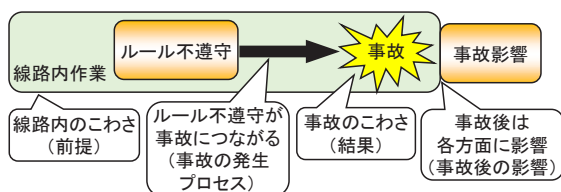
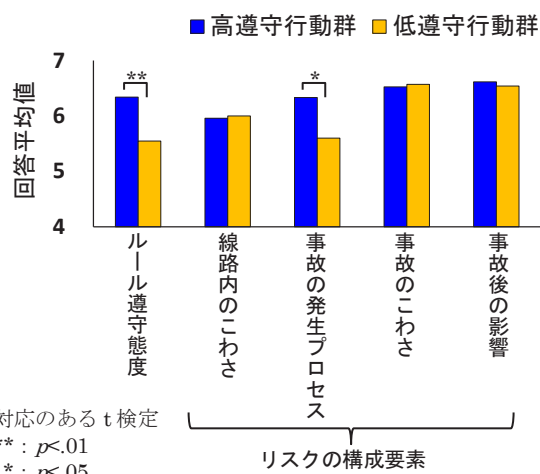


図1 ルール不遵守のリスクの構成要素⁶⁾

表1 ルールに対する態度や認識の調査項目

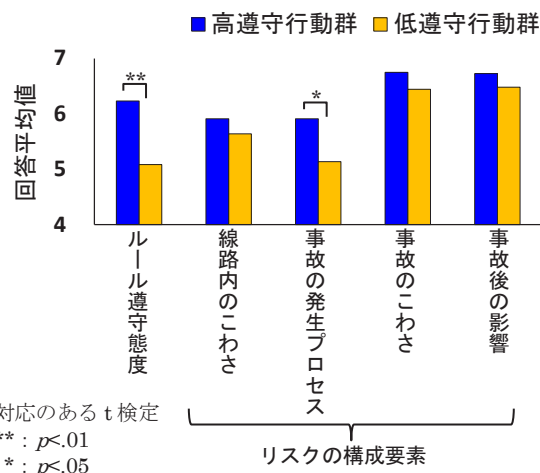
ルール遵守態度	「○○ルールを厳密に守ろうと思う」 「○○を確実に実行しようと思う」
線路内のこわさ	「線路内(軌道内)での作業はこわい」 「線路内(軌道内)は危険だ」
事故の発生プロセス	「○○をしないと、危険である」 「○○をしないと、触車事故に至る可能性がある」
事故のこわさ	「触車事故はこわい」
事故後の影響	「自分が触車事故を起こしたら、職場に迷惑をかける」 「自分が触車事故を起こしたら、家族に迷惑をかける」 「自分が触車事故を起こしたら、お客様にご不便やご迷惑をかける」

注)各調査項目に対して7件法(「1全くあてはまらない」~「7非常にあてはまる」)の回答を求め、回答の平均値を算出した(調査項目の○○にはルールの名称が入る)



対応のあるt検定
** : $p < .01$
* : $p < .05$
リスクの構成要素
回答者：保線現場の社員50名と電気現場の社員47名
(鉄道事業者A社で2018年4月に調査実施)

図2 ルールに対する態度や認識と遵守行動の関係(次列車確認時のダイヤのWチェックルール)



対応のあるt検定
** : $p < .01$
* : $p < .05$
リスクの構成要素
回答者：保線現場の社員46名
(鉄道事業者B社で2018年5月に調査実施)

図3 ルールに対する態度や認識と遵守行動の関係(早期待避ルール)

2.2 開発した教育法

近年、講師が教育内容を一方的に講義するのではなく、受講者自身が参加や体験を通して学ぶ「アクティブラーニング（能動的学習）」が学校教育の場を中心に注目されている。そこで本研究でも、受講者が考えたり体験したりすることにより学ぶ教育法を開発した。開発した7個の教育項目を表2に示す。

- ・ (a)～(c) は受講者が考え議論することにより学ぶ「グループ討議型」、(d)～(g) は受講者が体験することにより学ぶ「体験演習型」である。
- ・ (c) 以外の教育項目は、前節で重要性を確認した、当該ルールの不遵守が事故につながるという「事故の発生プロセス」を教育内容とする。現場で実施可能な負担の範囲内で、教育効果を更に高めるために、教育の最初にウォーミングアップとして行う課題として、「事故後の影響」を教育内容とする(c)も作成した。

表2 開発した7個の教育項目

種類	教育項目	適用可能なルール
グループ討議型	(a) 事例の置き換え	全ルール
	(b) 変動要因の想定	
	(c) 事故後影響の想定	
体験演習型	(d) 読み間違いエラー体験	ダイヤ
	(e) ロールプレイ体験	Wチェック
	(f) 注意力エラー体験	早期待避等
	(g) VR体験(合図なし/合図あり)	

2.2.1 事例の置き換え（所要時間 30分）

- ・ ねらい：自職場でも当該ルールを守らないと事故につながることを理解する
- ・ 手順：ワークシートを用いた個人作業の後に、グループ討議を行う3ステップ（図4）
- ・ 教材：作成した「事例の置き換えワークシート」（以下、通常シート）（図5）を用いる。なお、事業者の事故報告書のフォーマットに合わせたワークシート（以下、報告書シート）も試作した。試行の結果、報告書シートは通常シートに比べて受講者の満足度がやや高い傾向がみられたが、大きな差ではなかった（試行の結果は、3.2節で後述する）。

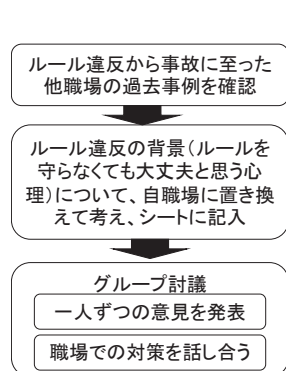


図4 事例の置き換えの手順

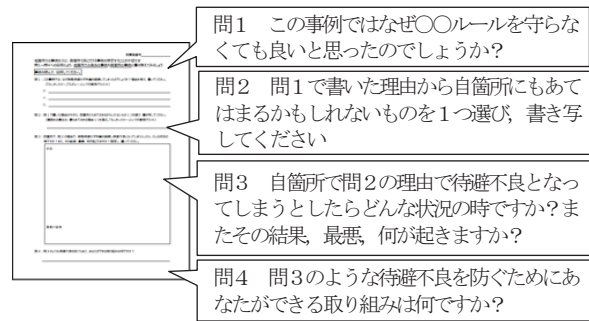


図5 事例の置き換えワークシート（通常シート）

2.2.2 変動要因の想定（所要時間 30分）

- ・ ねらい：「ルール違反」と「変動要因（いつもと違うことやエラー）」が結びつくことと事故につながることを理解する
- ・ 手順：グループ討議の3ステップ（図6）
- ・ 教材：付箋紙、模造紙、筆記用具などの事務用品

2.2.3 事故後影響の想定（所要時間 30分）

- ・ ねらい：ルールを守らず触車事故に至った場合の影響範囲の広さを理解する。なお、この演習は取り組みやすい内容であるため、教育の最初に行うと、ウォーミングアップとなり、その後の教育項目がスムーズに進行しやすい⁷⁾。
- ・ 手順：「自分」、「職場」、「会社」、「家族」および「お客様」の対象別に事故影響を考えるグループ討議の2ステップ（図7）
- ・ 教材：付箋紙、模造紙、筆記用具などの事務用品。なお、触車事故発生時のイメージを喚起するための補助教材として、「過去に他社で発生した触車死亡事故に関する新聞記事の切り抜き」（以下、「新聞記事」と）「触車事故発生後の影響に関するイメージ動画」（約4分、以下「影響動画」）を試作したが、試行の結果、補助教材を使用しない方が受講者の満足度が高かった（試行の結果は、3.2節で後述する）。

2.2.4 読み間違いエラー体験（所要時間 20分）

- ・ ねらい：「人は読み間違えること」を体験し、「ダイヤのWチェックをしないと事故につながることを」理

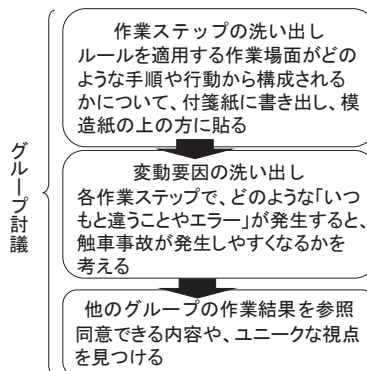


図6 変動要因の想定の手順

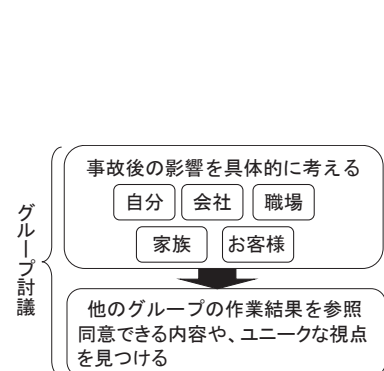


図7 事故後影響の想定の手順

特集：人間科学

解する

- ・手 順:制限時間（3分間）内に、数字とアルファベットの配列を順に読み進め、なるべく多くの「13」と「122D」を見つけ、○を付ける課題（図8）を行なう
- ・教 材:ダイヤを読むことを模擬した課題用紙（図8）を使用する。試行では、受講者の96.2%（234名中225名）が1個以上の読み間違いを体験した⁸⁾。

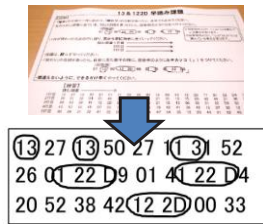


図8 読み間違いエラー体験の課題用紙⁸⁾

を求められる

- 課題1：開始から1分を目測する
- 課題2：箱から出てくる言葉から、「作業に持って行く可能性のあるもの」を記録し続ける（課題1が終了するまで行なう）
- ・教 材:注意力エラー体験課題ソフト（図10）を用いる。なお、予備調査では、受講者の98.9%（94人中93人）が、課題2の記録作業に集中し、課題1の時間計測との両立の難しさを体験した。



図10 注意力エラー体験の画面例

2.2.5 ロールプレイ体験（所要時間 25分）

- ・ねらい:「人は読み間違えること」を体験し、「ダイヤのWチェックをしないと事故につながることを」理解する
- ・手 順:作業責任者役と列車見張員役の2人1組で、「指示カード」⁸⁾に基づき、列車ダイヤのダブルチェックを行う。相手の読み間違いに気づき、相手に指摘することが求められる課題（図9）である
- ・教 材:普段の作業で使用しているダイヤと「指示カード」を使用する。「指示カード」には、ダブルチェックを行うために必要な情報（現在時刻、現在位置等）に加えて、「わざと読み間違えるように」との指示が書かれている場合がある。または、列車ダイヤ側に仕掛けをすることで、読み間違い状況を強制的に発生させる。指示カードでの指示、あるいは列車ダイヤへの仕掛けで発生させる読み間違いは、過去のヒヤリハット事例を元に作成する。

2.2.6 注意力エラー体験（所要時間 5分）

- ・ねらい:「人は作業に意識が向くと、時間に対する意識が薄くなること」を体験し、「早期待避しないで作業継続すると、作業に意識が向き、時間に対する意識が薄くなること」を理解する
- ・手 順:受講者は、スクリーンに投影される動画（図10）を見ながら、以下の2つの課題を同時に行うこと

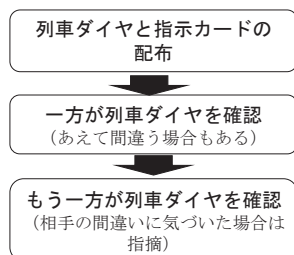


図9 ロールプレイ体験の手順

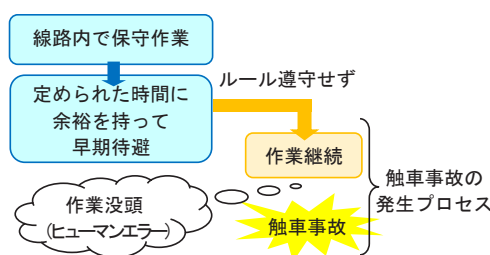


図11 VR体験のシナリオ例

2.2.7 VR体験（所要時間 5分）

- ・ねらい:「人は作業に意識が向くと、時間に対する意識が薄くなること」を体験し、「早期待避しないで作業継続すると、作業に意識が向き、時間に対する意識が薄くなること」を理解する
- ・手 順:受講者は、作業責任者の役割となり、VR（バーチャリアリティ）空間内を歩き回り、ボルト点検作業を行う。課題となるシナリオ（図11）では、自身が安全に待避し、かつ、VR空間上の仲間（作業員）も待避させる必要がある。
- ・教 材:触車事故防止のためのVR訓練ソフト（図11および図12）を用いる。作成したソフトには、以下の2種類のメニューがある。
 - <合図あり篇> 待避合図が出た後も、VR空間上の仲間（作業員）が作業を継続し早期待避しないため、体験者は作業責任者として声をかけ作業員を待避させることが求められる
 - <合図なし篇> 体験者がボルト点検を行っている時、待避合図なしに、列車が接近する（特に体験者が作業に集中していると列車接近に気が付きにくい）

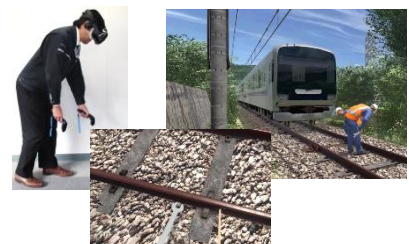


図12 VR体験の様子

3. 教育法の試行

3.1 方法

現場で実施可能な負担の範囲内で、教育効果が最大になるような教育項目の組合せ(教育プログラム)を検討し、各教育プログラムについて、鉄道事業者A社またはB社の保線・電気現場の社員を受講者として、モニター試験を試行した(表3)^{6)~9)}。

講師は、鉄道総研の研究員または現場管理者が担当し、書かれているセリフを読むことによりプログラムの進行が可能な「講師用口述マニュアル」を用いた。現場管理者が講師を担当する場合は、講師用口述マニュアルを見ながら、研究員によるデモを事前に1度受講し、その後、自分の職場で講師を担当した。

表3 開発した教育プログラムの試行概要

条件番号	教育項目	適用ルール	講師	受講者
P1*	(a) 事例の置き換え	ダイヤ Wチェック	研究員	保線・電気 46名
P2	(c) 事故後影響の想定 +(a) 事例の置き換え	運行状況 確認	研究員	保線・電気 54名
P3	(c) 事故後影響の想定 +(f) 注意力エラー体験 +(b) 変動要因の想定	早期待避	現場管理者 24名	保線 259名
P4-1	(d) 読み間違いエラー体験 +(e) ロールプレイ体験	ダイヤ Wチェック	現場管理者 24名	保線 263名
P4-2*			研究員	電気42名
P4-3			現場管理者 4名	保線・電気 16名
P5-1*	(g)VR体験(合図なし) +(a) 事例の置き換え	早期待避	研究員	保線・電気 48名
P5-2*			現場管理者 2名	保線24名
P5-3*			研究員	保線11名
P6*	(g)VR体験(合図あり) +(a) 事例の置き換え		研究員	保線24名

注) 試行の実施期間は2016年9月~2018年11月。*をつけた試行は、1ヶ月後に追加調査を行った。

3.2 受講満足度

受講満足度は、受講後に学習内容を実務に活用しようと思う動機づけに影響する、教育の効果の基盤となる要因である。そこで受講者に、教育直後に、教育プログラム全体および教育プログラムを構成する各教育項目のそれぞれについて、「有意義であったか」の回答を求めた(『全く有意義でない』~『非常に有意義』の5件法)。

その結果、各教育プログラムの「肯定的評価の割合」(『非常に有意義』または『やや有意義』という回答割合)は76~93%であり、高い満足度が確認できた(図13)。

ただし、『非常に有意義』という回答割合に限ると、17~47%とバラツキがみられた。特に、プログラムP5-1(VR体験(合図なし)+事例の置き換え)の評価

が高かった(47%)が、同じVR教材(g)の異なるメニューを使用したプログラムP6(VR体験(合図あり)+事例の置き換え)は評価が低かった(17%)。P6の受講者の感想を確認した結果、体験者の発する声かけに対するVRソフトの反応精度が十分でなく、体験者がVR空間上の仲間(作業員)に待避するように声かけしても、仲間が反応しない問題があったことが判明した。そこで、教材ソフトを改修し、体験者の声かけに応じて、講師がPC操作によりシナリオを進展できるようにした。

プログラムを構成する教育項目ごとの『非常に有意義』の回答割合を算出した結果、16~67%とバラツキが見られた。教育項目の中で特に評価が高いのは、(g)VR体験(合図なし)(P5-1では67%, P5-1では50%), (e)ロールプレイ(P4-1では52%, P4-1では53%)であった。

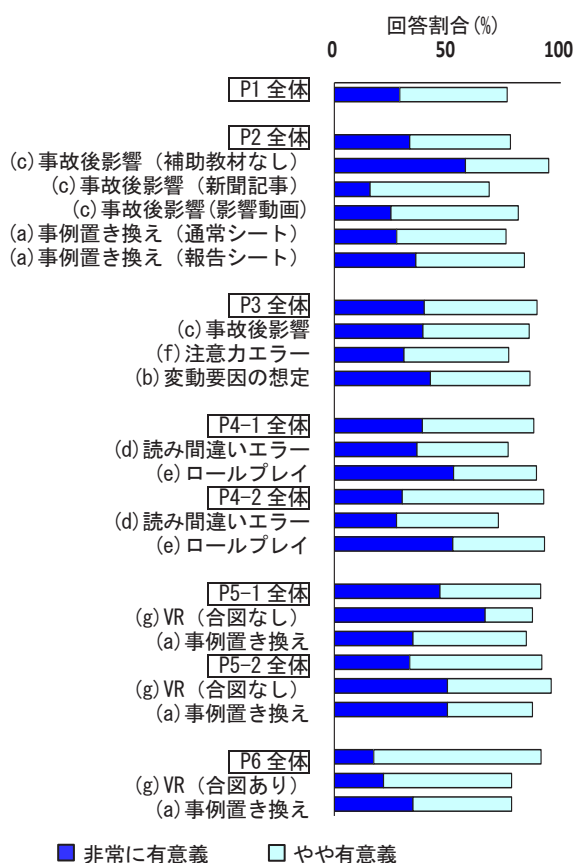
プログラムP2(事故後影響の想定+事例の置き換え)の(c)事故後影響の教育項目において、補助教材の有無や種類を比較した結果、補助教材を使用しない方が、満足度は高かった。その理由については、今後、更なる検証が必要であるが、内容が深刻過ぎたことや、正解を先に提示したことにより自由な発想や議論が阻害された可能性等が考えられる。さらに、プログラムの(a)事例の置き換えにおいて、ワークシートの書式を2種比較し、通常シートよりも報告書シートの方が満足度は若干高い傾向が見られたが、大きな差ではなかった。

3.3 ルール遵守態度

2.1節において、ルール遵守の徹底のためには、ルール遵守態度を向上させることが有効であることを確認した。そこで、教育後に、ルール遵守態度が向上したかを調査した。受講者に、教育直前および直後に、「○○ルールを厳密に守ろうと思う」(○○には教育対象のルールの名称が入る)という項目に対して、『全くあてはまらない』~『非常にあてはまる』の中から回答を求めた(5件法または7件法)。

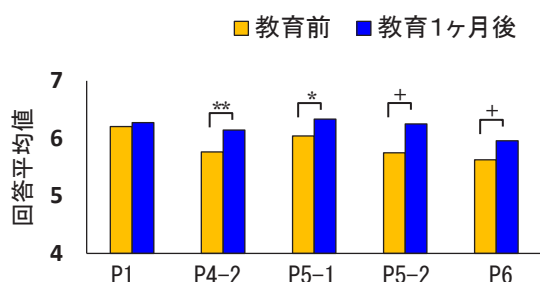
この結果、試行した全ての教育プログラムにおいて、教育後、ルール遵守態度の平均値が統計的に有意に向上した。

さらに、教育の1ヶ月後に追加調査を行った結果、プログラムP4-2(読み間違いエラー体験+ロールプレイ体験)、P5-1とP5-2(VR体験(合図なし)+事例の置き換え)、P6(VR体験(合図あり)+事例の置き換え)については、教育1ヶ月後まで、ルール遵守態度の平均値の統計的に有意な向上が見られた(図14)。プログラムP1(事例の置き換え)では、教育1ヶ月後において、ルール遵守態度の向上が確認できなかったが、教育前の平均値が高く、向上の余地が小さい条件であった可能性がある。



注1: [全体]はプログラム全体に対する評価, (a)~(g)は各教育項目に対する評価を示す ((a)~(g)は表2参照)
 注2: 受講者数は表3参照

図13 教育プログラムの受講満足度 (肯定的評価の割合)



注1: 「○○ルールを厳密に守ろうと思う」(○○にはルールの名前が入る)に対して7件法(『1全くあてはまらない』~『7非常にあてはまる』)の回答を求め、回答の平均値を算出した
 注2: 受講者数は表3参照
 注3: **: $p < .01$ * : $p < .05$ + : $p < .10$ (対応のあるt検定)

図14 ルール遵守態度の向上 (教育1ヶ月後)

3.4 教育実施の負担感

本研究では、現場管理者が職場で講師を担当可能な教育法の開発を目指した。そこで、教育後に、現場管理者が講師を担当する際の負担感を調査した。プログラムP3 ((c) 事故後影響の想定+(f) 注意力エラー体験+(b) 変動要因の想定), P4-1 と P4-3 ((d) 読み間違いエラー体験+(e) ロールプレイ体験), P5-3 ((a) 事例の置き

換え+(g)VR体験)について、「事前準備の負担感」および「教育当日に講師を担当する負担感」の回答を求めた(『大変でない』~『非常に大変で許容外』の5件法)。

その結果、いずれの教育プログラムについても、「事前準備の負担感」および「教育当日に講師を担当する負担感」ともに『非常に大変で許容外』という回答は0%であり、運用上の許容範囲内であることが確認された。上記のプログラムP3, P4-1 と P4-3, P5-3 に、開発した教育項目(a)~(g)は全て含まれることから、開発した教育法の講師を現場管理者が担当する際の負担感は運用上の許容範囲内であることを確認できた。

4. おわりに

本研究では、触車事故防止ルールの遵守の徹底を図る安全教育法を開発した。

現場社員の調査により、触車事故防止ルールの遵守を徹底するためには、当該ルールの不遵守が事故につながるという「事故の発生プロセス」の教育が有効であることを明らかにし、7個の教育項目を開発した。教育項目を組み合わせた6種類の教育プログラムを試行した結果、これらは受講満足度が高く、教育1ヶ月後までルール遵守態度の向上効果が認められた。また、現場管理者が講師を担当する際の負担感は運用上の許容範囲内であった。

この教育法の効果をより長期的に維持・促進する方法については、引き続き検討する予定である。

文献

- 1) 飯田修平, 永井庸次編著: 医療のTQM七つ道具, 日本規格協会, pp.141-163, 2012
- 2) 小松原明哲: 規則違反のメカニズムとその人間工学的対応に関して, 安全工学, Vol.47, No.4, pp.194-200, 2008
- 3) 安達悠子, 白井伸之介, 松本友一郎: 看護業務における違反の心理的生起要因に関する研究, 応用心理学研究, No.35, No.2, pp.71-80, 2010
- 4) 日本規格協会: 機械類の安全性-リスクアセスメントの原則B9702 (ISO14121), JISハンドブック 58-4 リスクマネジメント, 2009
- 5) 岡本浩一: リスク心理学入門-ヒューマン・エラーとリスク・イメージ, サイエンス社, 2004
- 6) 村越暁子, 宮地由芽子, 羽山和紀: 触車事故防止のためのVR訓練法のルール遵守促進効果, 人間工学, Vol. 55, Supplement, p.1B1-6, 2019
- 7) 村越暁子, 宮地由芽子: 鉄道線路保守作業におけるルール遵守促進のための指導法, 産業・組織心理学会第32回大会発表論文集, pp.185-188, 2016
- 8) 村越暁子, 宮地由芽子: 鉄道線路の保守作業におけるダブルチェックルールの遵守促進のための体験型安全教育プログラムの開発と試行, 人間工学, Vol. 55, No.2, pp.25-32, 2019
- 9) 村越暁子, 宮地由芽子: 鉄道線路保守作業におけるルール遵守促進のための指導法(2), 産業・組織心理学会第33回大会発表論文集, pp.33-36, 2017