

運転士を対象とした危険感受性向上訓練課題の開発

増田 貴之* 佐藤 文紀* 北村 康宏*

Developing a Hazard Perception Training for Train Drivers

Takayuki MASUDA Ayanori SATO Yasuhiro KITAMURA

In this study, two training tasks for improving hazard perception skill were developed: the “Scenario Drawing Task” and the “Overlooking Experience Task”. The “Scenario Drawing Task” helps trainees acquire knowledge of hazards through drawing a picture of their workplace and considering hazards from the viewpoints of human factors perspective. The “Overlooked Experience Task” enhances trainee’s attitude to search for hazards through an overlooking experience. The results of experiments confirmed that the number of hazards extracted, and their viewpoints were more in the “Scenario Drawing Task” than in the hazard prediction task without drawing pictures. It was also confirmed that experiencing the “Overlooking Experience Task” enhanced the attitude to search for hazards.

キーワード：危険感受性，知識，態度，訓練，運転士

1. はじめに

鉄道事業者では、事故防止のために社員一人ひとりが危険源を発見できるようになるための訓練が必要とされている。危険源の発見に関わるスキルには、「危険感受性」がある。危険感受性は、危険源を速く正確に発見するスキルのことであり、事故発生の可能性を高めるような環境条件、事象、要因となる危険源を発見し、事故の発生する可能性がどの程度あるかを適切に評価するスキルが関わっている¹⁾。

危険感受性の高い社員を育成するためにはその向上に適切な訓練課題が必要である。危険感受性は、複数の要素から構成されるスキルであるため、訓練対象とする構成要素を明確にし、その対象に適した訓練課題を開発する必要がある。本研究では、危険感受性の構成要素のうち、危険源に関する知識を深め、危険源を探そうとする態度（以降、危険源探索態度とする）を高める訓練課題を開発し、その効果を定量的に検証することを目的とした。

本稿では、まず、危険感受性の構成要素について述べる。次に、開発した訓練課題の概要と実施方法を説明する。さらに、その効果検証結果を報告する。

2. 危険感受性

危険源を速く正確に発見するには、行路上の要注意箇所等、発見すべき危険源に関する知識と、危険源探索態

度の2つが重要であり、それらが危険感受性の重要な構成要素であると考えられる。以下に、危険感受性の知識面、態度面について述べる。なお、本研究では、知識面の訓練課題と態度面の訓練課題を併せて危険感受性向上訓練課題とする。

2.1 危険感受性の知識面

鉄道従事員にとって、作業現場の要注意箇所等、危険源についての知識を事前に持つておくことが、作業現場で危険源に気づき、事故を防止するうえで重要である。

危険源に関する知識を増やすための方法には、危険源に関する知識自体を獲得することと、危険源を見出すための知識を獲得することがある。

危険源に関する知識を獲得する方法の1つとして、作業中に感じた危険源を意識化することが考えられる。意識化することで、危険が生じそうになった場所や、その際の影響要因等が明確になるからである。この意識化には、自らの作業状況の記憶を想起する必要がある。そのため従来の訓練には見られなかった普段の作業状況を想起させる訓練があれば有用である。

さらに知識を増やす方法として、認識の範囲を広げて危険源を想定することが考えられる。それによって、これまで経験した以外の危険が生じうる場所や、その影響要因等についても明確になるからである。より広い範囲の危険源を想定させるには、危険源を考えるための観点（着眼点）を与えることが有効である。ヒューマンファクターの知識を持っていると、危険源をより多く見出せるという研究結果²⁾もあり、ヒューマンファクターに関する知識を獲得し、その着眼点から危険源を見出せるよ

* 人間科学研究部 安全心理研究室

うになる訓練があれば有用である。

2.2 危険感受性の態度面

鉄道従事員には、見逃してはならない危険源が多くある。たとえば運転士の場合は線路上の異常や旅客の状況等多数の事象があるが、人間の注意力には限界があるため、全ての対象に注意を向けることは困難である。危険源に注意を向けられないと見逃しが発生するため、適切な注意配分や、注意力の限界をカバーするための業務に応じた工夫をするなどの対処が必要である。しかし、そもそも危険源を見逃す可能性を認識しなければ、改善の動機が発生しない。したがって、危険源を見逃す可能性を認識させることで、危険源探索態度を高めることが重要になる。

3. 危険感受性の向上訓練課題

2章で述べた通り、危険感受性の向上には、危険源に関する知識の獲得と危険源探索態度の向上が重要である。本研究では、危険源に関する知識を獲得するための訓練課題として「シナリオ描画課題」を、危険源探索態度を向上させる訓練課題として「見逃し体験課題」を開発した。以下に、それぞれの訓練課題の概要と実施方法を述べる。

3.1 シナリオ描画課題の概要

シナリオ描画課題は SIT (Scenario Invention Task)³⁾ と呼ばれる手法を危険感受性向上訓練に応用したものである。SIT は、作業状況と、そこでの判断や行動等について、描画させ、複数の観点から考えさせることで、作業者の持つ暗黙知を抽出する手法である³⁾。この手法は、作業状況とそこでの判断や行動等について描画させることによって作業場面の記憶を活性化させることが出来るため、作業状況における危険源が想起(意識化)されることが期待される。また、複数の観点から考えさせることで、その作業場面で起きうる危険について、より多く、より詳細に想定できることが期待される。SIT は研究ツールであり、そのまま訓練に活用することは難しいが、実施時間の長さや手続きの複雑性を改良することで、危険源に関する知識の向上訓練に応用できると考えられる。

シナリオ描画課題は、図1に示すように、題材とした作業場面等を紙に自ら描画し、ヒューマンファクターの複数の観点から危険源について考えることで、より多く、より様々な観点から危険源を見出させるものである。図1の例は速度超過を題材に運転士が実施したもので、「下り勾配」のような設備面、「雨天」といった天候面等から速度超過の発生しうる箇所を多面的に見出している。

これによって、危険源に関する知識を獲得させる。また、作業場面の記憶が活性化された状態で、着目した観点から危険源について考えさせることで、より具体的に危険源を考えさせ、危険源を見出すための知識も獲得させる。さらに、実施後に、見出した危険源を共有させることで、参加者同士で気づきを補完させる。

次節に、シナリオ描画課題の実施方法を示す。

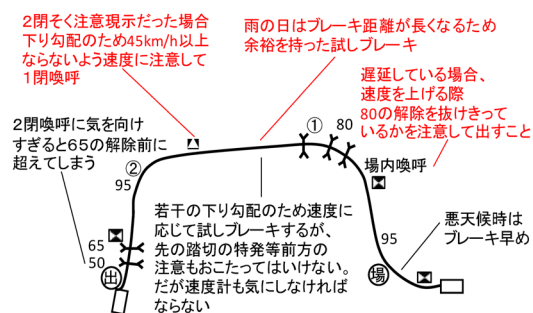


図1 速度超過を題材としたシナリオ描画課題の実施例
(図はトレースしたもので、実際には手書きで実施する。黒字は基本フェーズ、赤字は応用フェーズの記載内容を示す。)

3.2 シナリオ描画課題の実施方法

シナリオ描画課題は作業場面の記憶を活性化させる基本フェーズ、視点を広げて危険源を想定する応用フェーズ、想定した危険源を複数人で共有する共有フェーズから構成される。

基本フェーズでは、題材とした作業場面で事象発生に至る過程を描画しながら考える。これによって、作業状況が頭に浮かび、作業中に感じた危険源を思いつきやすくなる。表1に基本フェーズの各ステップの実施内容と教示文を示す。

応用フェーズでは、基本フェーズで描画したものに基づいて、作業時の天候や時間帯といった作業環境の影響や思い込みといった経験の影響など、ヒューマンファク

表1 基本フェーズの各ステップの実施内容と教示文

ステップと実施内容	教示文
1. 発生し得る事象を考える	どのような事象が起きる可能性があるか、考える。
2. 物や設備を描く	駅間の物や設備を、絵や文字で表す。
3. シナリオを考える	事象に至る経緯や状況を、1分程度考える。
4. 心の状態を書く	どういった心の状態が事象の発生に影響するか、現在だけでなく、前後の状況も含めて、考えていることを吹き出しに書く。
5. 物や設備の影響を描く	事象につながる可能性がある物や設備の状態を考える。
6. その他の影響を書く	突発的なこと等事象の発生に影響することがあれば書く。

ターの観点から視点を広げて事象の発生過程を考えていく(表2)。これによって、より多く、より詳細に危険源を想定することを意図している。

共有フェーズの目的は、各人の気づきを参加者間で補完することである。共有フェーズは3名～5名のグループに分かれて実施する。参加者は、各自、描画を用いて、題材とした事象が生じる箇所や生じる理由を2分から3分で説明する。その際、聞いている人は、自分が描けなかったこと、参考になったことをメモに残す。その後、メモを基に、なぜ危険だと思ったのか等について議論する。

表2 応用フェーズで考える観点とそのサブカテゴリ

観点のカテゴリ	サブカテゴリ
1. 環境, 設備, 機器	天候, 気温, 湿度, 時間帯, 車両, 連絡手段等
2. 旅客, 公衆, ダイアの乱れ	ダイヤ乱れ, 予定変更
3. 自身の心身状態	ボンヤリ, 眠気, イライラ, 緊張, 心配事, 急ぎ, 焦り, 体調不良
4. 経験	経験なし: 不慣れ 経験あり: 思い込み, 過信
5. 仕事の相手	別の作業員との連携, 指令の焦り, よく知らない指令, 新人, 他系統社員

3.3 見逃し体験課題の概要

見逃し体験課題は、見逃しの体験を通じて、自分が危険源を見逃す可能性の認識や注意すべき箇所を予期し、様々な箇所に注意を向けて探索する注意の配分が必要であるという認識を高めることで、危険源探索態度を高めることを意図している。

態度を変容させる手段として、何らかの経験を与えるという方法が考えられる。経験によって認識を変えることが出来れば、態度と行動が変わるものと考えられる。危険源を見逃す経験を通じて、「自分には危険源を見逃す可能性がある」という認識を持たせることが出来れば、危険源探索態度の向上が見込まれる。

日常の業務においても、見逃しを経験することはあるが、そのような経験を頻繁にすることは考えにくい。また、危険源を見逃した場合でも、事故や事象に至らない限り自分が見逃したことを認識することは難しい。そのため、日常の作業経験だけで危険源探索態度を維持、向上させることは難しい。そこで、変化を見つけられない体験すなわち見逃すという体験を通じて危険源探索態度を高める、見逃し体験課題を開発した。

見逃し体験課題は、ディスプレイ等に提示された画像の中の変化箇所を探す問題と、解説から構成される。見逃し体験課題で使用する問題は、チェンジブラインドネスという現象⁴⁾を利用し、変化の見逃しを体験させるものである。代表的なチェンジブラインドネス課題は黒い画面(マスク)を挟んで、一部分が異なる2枚の画像

を交互に繰り返し提示するもので、フリッカーパラダイム(flicker paradigm)と呼ばれる。見逃し体験課題では、このフリッカーパラダイムを用いることで、変化箇所の発見の難しさを高めている。

見逃し体験課題により危険源探索態度の向上を図る上で、どのような問題を使用するかが重要である。体験者に関係ない場面や、現実性の低い変化であった場合には、見逃しを体験しても危険源探索態度が向上しない可能性がある。一方で、体験者に関係する場面や現実性の高い変化であった場合には、容易に発見できてしまい、危険源探索態度が向上しない可能性がある。そこで、見逃し体験課題では見逃しに関わる心理特性を考慮し、現実性の高い変化であるにもかかわらず、その変化を見逃しやすくなるよう、注意のそれ(思い込み)、注意の分散、注意の偏り、注意の狭まり(焦り)が生じる4つの状況を模擬する工夫を取り入れている(表3)。

次節に、見逃し体験課題の実施方法を示す。

表3 課題の種類と体験する状況

体験課題	体験する見逃しが生じやすい状況
注意のそれ(思い込み)体験課題	一度確認し、大丈夫だと思った後、注意がそれると、変化に気づきにくくなる
注意の分散体験課題	注意すべき危険源に関する知識をもっていないと、危険源に関する知識に基づいて注意すべき箇所を想定していないと、気づきにくくなる
注意の偏り体験課題	同じ箇所、対象ばかり見ており、それだけ見ればよいとなり、気づきにくくなる
注意の狭まり(焦り)体験課題	焦りによって注意が狭まり、気づきにくくなる

3.4 見逃し体験課題の実施方法

注意の偏り体験課題を例に、見逃し体験課題の実施方法を図2に示す。見逃し体験課題は、危険源探索態度を向上させる見逃し体験フェーズと、危険源探索態度に加えて工夫の必要性の認識を向上させる成功体験フェーズから構成される。

見逃し体験フェーズは、事前説明、危険の見逃し体験、見逃しに関する解説から構成される。事前説明では、題材場面の状況等について説明を受ける。次に、危険の見逃しを体験する。体験者は、ディスプレイ等に提示された画像を観察し、危ないと思ったらボタンを押すように教示される。ここで、図2の右上に示したように、マスク(黒い画像)を挟んで連続的に変化するトラックの位置やブレーキランプに注意が偏り、画像の右下に現れる落下物(危険源)に気づけない体験をする。この体験を通じて、自分が危険源を見逃す可能性の認識を高める。その後、注意が偏りやすい状況について解説を受ける。

危険源探索態度に加えて見逃しを防ぐ工夫の必要性の

認識を高めるには、先に実施した見逃し体験フェーズに続けて成功体験フェーズを実施する。その場合、見逃し体験フェーズと成功体験フェーズとで、表3中の同一の状況で見逃しを体験する必要がある。

成功体験フェーズでは、工夫の説明、工夫による危険の発見、注意特性に関する解説の順で実施する。工夫の説明は、表3の見逃しを防ぐ工夫についての解説である。図2の例では、「同じ箇所、対象ばかり見ているときは、意識して他の対象にも注意を向ける」という工夫が教示される。工夫による危険の発見体験では、解説を受けた工夫を用いて危険の発見を体験させ、工夫の必要性の認識を向上させる。注意特性に関する解説では、体験した内容と運転業務における見逃しとの結び付けを行い、実業務において見逃ししやすい状況について意識づけを行う。

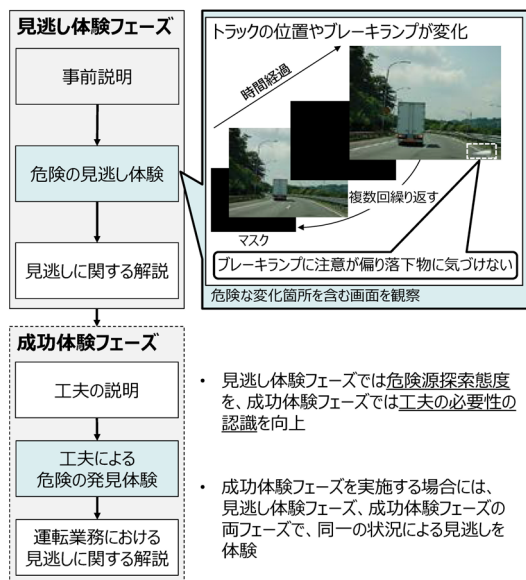


図2 見逃し体験課題の流れ

4. シナリオ描画課題の効果検証

4.1 目的

シナリオ描画課題による効果を明らかにするため、実験参加者に、作業場面を描画しないで危険源を考えた場合と、シナリオ描画課題を通じて危険源を考えた場合の両方を体験させ、どちらのやり方がより多く、より様々な観点から危険源を見出せるかを検証する。

4.2 方法

4.2.1 実験参加者

A 鉄道事業者の運転士 14 名（平均年齢 30.4 歳）を対象とした。

4.2.2 手続き

実験参加者は、事前 KY、シナリオ描画課題の順で行った。シナリオ描画課題の題材は、実在する A - B 駅間

の速度超過であった。また、事前 KY（シナリオ描画課題に先立って行う危険予知）は、シナリオ描画課題と同様の題材（A - B 駅間の速度超過）について、起きそうな場所とその過程を描画は行わずに文字で書き出すものであった。

事前 KY とシナリオ描画課題それぞれについて、見出した速度超過に至る過程の記述数、見出した際の観点の網羅率を分析に用いた。記述内容を表4の6つの観点に分類し、記述できた観点の数をすべての観点の数である6で割った値を網羅率と定義した。

実験計画は、課題（事前 KY / シナリオ描画課題）を独立変数、見出した速度超過に至る過程の記述数、観点の網羅率を従属変数とする、参加者内計画とした。シナリオ描画課題では事前 KY よりも、より多く、より様々な観点から危険源を見出せるものと考えられる。

表4 観点の分類基準

観点	内容
物・設備	危険につながる物や設備、道具の影響
環境	天候、気温や湿度、時間帯の影響
心理状態	描いた場面、その前後で登場人物の考えていることの影響。心理面（イライラ、緊張、心配事、急ぎ、焦りボンヤリ等）
身体状態	体調面（眠気、体調不良等）の影響
経験	経験があること、ないことの影響
他者	他者に邪魔されること、複数人で作業すること、いつもと作業相手が違うこと等、他者の影響

4.3 結果と考察

シナリオ描画課題により危険源をより多く、より様々な観点から見出せることを検証するために、見出した速度超過に至る過程の記述数、観点の網羅率を従属変数として、課題（事前 KY / シナリオ描画課題）を参加者内要因とする 1 要因分散分析を行った。なお、本稿では以降の分析全てにおいて、有意確率を 5% とした。

その結果、図3、図4に示す通り、見出した速度超過に至る過程の記述数 ($F(1, 59) = 31.12, p = .00$)、観点の網羅率 ($F(1, 59) = 47.47, p = .00$) のいずれも、事前 KY よりシナリオ描画課題の方が統計的に有意に多かった。この結果から、シナリオ描画課題により、運転士が危険源をより多く、様々な観点から見出せることが示された。

シナリオ描画課題において、より多く、様々な観点から考えられた背景には、次の理由が考えられる。シナリオ描画課題では、事前 KY では記述のなかった貨物列車の影響や、車内の乗客の影響など、教示された観点に基づいて速度超過に至る新たな過程を記述できていた。また、事前 KY では、「考え事をして」といった具体性の低い内容が見出されていたのに対し、シナリオ描画課題では、「回復運転のことを考えてしまい」といった注意すべき場所や内容がより明確に見出されていた。実験参

加者からは、「描画により運転のイメージが湧いた」という内省報告が得られており、描画により運転場面の記憶が活性化された状態で、ヒューマンファクターの観点から考えたことで、より具体的に過程を考えられたことが推察される。

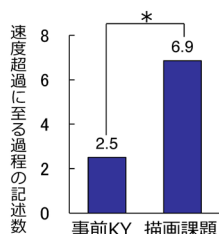


図3 事前KYとシナリオ描画課題による記述数の比較 (*: $p < .05$)

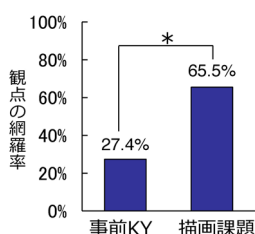


図4 事前KYとシナリオ描画課題による網羅率の比較 (*: $p < .05$)

5. 見逃し体験課題の効果検証

5.1 目的

見逃し体験課題によって、危険源探索態度および「見逃しを防ぐために工夫が必要だ」という認識が向上するかを実験で検証する。

5.2 方法

5.2.1 実験参加者

シナリオ描画課題の効果検証と同様に、A 鉄道事業者の運転士 14 名（平均年齢 30.4 歳）を対象とした。

5.2.2 手続き

実験には一度に 3 人から 5 人が参加し、課題はノート PC (Microsoft Surface Pro 4) から 60 インチのテレビモニタ (パイオニア PDP-607HX) に 2736 x 1824 の解像度で出力された。

実験参加者は、見逃し体験フェーズ、成功体験フェーズを含めた見逃し体験課題を体験した。実験には、注意の偏り体験課題を用いた。

参加者には、課題の体験前後にアンケートを実施した。アンケート項目は、危険源探索態度を測定する 4 項目と、工夫の必要性を測定する 1 項目（以降、工夫の必要性得点とする）から構成した（表 5）。

表5 見逃し体験課題のアンケート項目

得点	アンケート項目
気づきに関する自信得点	それ程注意しなくても、視覚的な変化に気づくことができる
	それ程注意しなくても、危険に気づくことができる
注意配分得点	視覚的な変化を見落とさないためには、積極的に周囲に注意を向ける必要がある
	視覚的な変化を見落とさないためには、変化が起きそうな場所を予め予期しておく必要がある
工夫の必要性得点	人間の視覚的な能力には限界があるので、重要な変化を見落とさないための工夫が必要である

実験参加者には、各アンケート項目に当てはまる程度を、10 段階（当てはまらない～当てはまる）で回答させ、当てはまらないを 1 点、当てはまるを 10 点として得点化した。質問項目のうち、「それ程注意しなくても、視覚的な変化に気づくことができる」と「それ程注意しなくても、危険に気づくことができる」の 2 項目の評定値の加算平均値を「気づきに関する自信得点」とし、「視覚的な変化を見落とさないためには、積極的に周囲に注意を向ける必要がある」と「視覚的な変化を見落とさないためには、変化が起きそうな場所を予め予期しておく必要がある」の 2 項目の評定値の加算平均値を「注意配分得点」として、分析に用いた。

実験計画は、アンケートの実施時期（体験前／体験後）を独立変数、「気づきに関する自信得点」、「注意配分得点」および「工夫の必要性得点」を従属変数とする、参加者内計画であった。見逃し体験課題によって危険源探索態度が向上するのであれば、体験前と比較して体験後に「気づきに関する自信得点」が低くなり、「注意配分得点」が高まるものと考えられる。また、工夫の必要性の認識が高まるのであれば、体験前と比較して体験後に「工夫の必要性得点」が高まるものと考えられる。

5.3 結果と考察

見逃し体験課題による危険源探索態度および工夫の必要性の認識の向上効果を検討するために、「気づきに関する自信得点」、「注意配分得点」および「工夫の必要性得点」を従属変数として、アンケート実施時期（試行前／試行後）を参加者内要因とする 1 要因分散分析を行った。その結果、「気づきに関する自信得点」については、図 5 に示す通り体験前の 6.2 から体験後に 3.7 と統計的に有意に低くなった ($F(1, 13) = 11.9, p = .00$)。課題体験前が過信といえるか否かについては解釈が難しく、過信を抑制したとは言い切れないが、少なくとも、「自分が思っているよりも危険源や変化に気づくことは難しい」という気づきを与えることはできたと考えられる。

一方で、「注意配分得点」については、図 6 に示す通

り体験前は 8.2、体験後は 8.5 ($F(1, 13) = 0.23, p = .64$)、「工夫の必要性得点」については、図 7 に示す通り体験前は 9.0、体験後は 9.2 ($F(1, 13) = 0.68, p = .43$) と統計的に有意な変化はなかった。「注意配分得点」については、課題体験前の時点で高かったことから（最高 10 のところ平均 8.2）、課題体験後に向上しなかったものと考えられる。ただし、体験前に「注意配分得点」が低かった試行参加者が 1 名おり、その 1 名については、体験後に向上したことから（評定値 2.5 から 9 に向上）、積極的に周囲に注意を向けることや変化が起きそうな場所を予め予期しておくことが必要だという認識を向上させたと考えられた。

また、「工夫の必要性得点」についても課題体験前の時点で高かったため（平均 9.0）、課題体験後に変化しなかったものと考えられる。今回の試行では、鉄道とは無関係の道路交通場面の見逃し体験課題を用いた。そのため、成功体験フェーズで取り入れた工夫は、「注意が偏りそうな状況に気づいたら偏らないように意識する」といった抽象的な工夫であり、運転業務における具体的な工夫ではなかった。体験前から工夫の必要性の認識が高い運転士について、さらなる向上を図るのであれば、鉄道の運転場面を題材とし、成功体験フェーズにおいて取り入れる工夫をより具体的なものにする等の工夫が必要である。

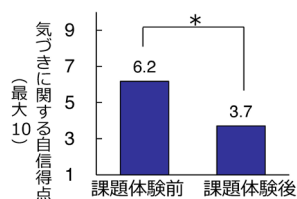


図 5 注意の偏り体験課題による気づきに関する自信の抑制効果 (*: $p < .05$)

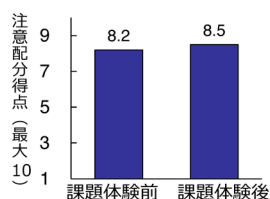


図 6 注意の偏り体験課題による注意配分の必要性の認識の向上効果

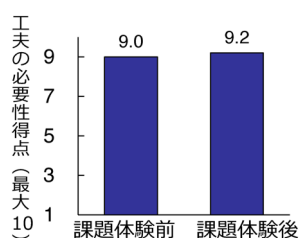


図 7 注意の偏り体験課題による工夫の必要性の認識の向上効果

6. おわりに

本研究では、2つの訓練課題、危険源探索態度を高める見逃し体験課題および、危険源を見出すための知識を獲得できるシナリオ描画課題を開発した。訓練の効果について、運転士を対象に、見逃し体験課題により危険源探索態度を高める効果（気づきに関する自信の抑制効果）を、シナリオ描画課題により、より多く、より様々な観点から危険源を見出す効果をそれぞれ確認した。実際の運用で想定される集合研修の形式での訓練効果を確認し、より活用度の高い訓練課題を開発することが出来たと考えられる。

本研究で、訓練効果を検証したのは運転士のみであったが、両課題ともその他職種にも適用できる可能性がある。見逃しを経験することが少ない日常の作業だけで危険源探索態度を維持、向上させることは難しいということは運転士に限ったものではなく、疑似的に見逃しを体験させるという見逃し体験課題の手法はその他の職種にも有効であると考えられる。また、シナリオ描画課題の手法は、作業場面の記憶を活性化させ、その上でヒューマンファクターの観点から考えさせることで、作業現場の要注意箇所を明確化し、ヒューマンファクターの観点から危険源を想定できるようになるため、危険源に関する知識を獲得していく上で特定の職種に限らず有効であると考えられる。

ただし、危険源探索態度は、危険源を発見すべき具体的な場面で発揮されることが重要であり、また、危険源に関する知識は職種固有のものであるため、訓練の実施に当たっては、訓練課題の題材や実施方法をそれぞれの職種に合わせてカスタマイズする必要がある。現在、現場社員と連携しながら他職種への展開を進めているところである。

文献

- 1) 蓮花 一己：運転時のリスクテイキング行動の心理的過程とリスク回避行動へのアプローチ，国際交通安全学会誌，Vol. 26, No. 1, p. 12-22, 2000
- 2) 廣瀬文子，武田大介：危険感受性向上のための教育・訓練手法の検討，教育・訓練手法の体系的整理および教育・訓練要件の抽出，電力中央研究所報告，No. L14007, p. 1-71, 2015
- 3) Anjum Naweed：The “Scenario Invention Task” (SIT): an innovative method for harnessing natural human creativity, presented at the Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA, Vol. 9, pp. 14, 2015.
- 4) Simons D. J.：Current Approaches to Change Blindness, Visual Cognition, Vol. 7, No. 1-3, pp. 1-15, 2000.