

「安全のヒューマンファクター」に関する 軌道工事管理者用訓練システムの開発



佐藤 幸正* 楠神 健*

当社では、線路閉鎖等の保安体制を確実にとることにより、線路等の保守作業の安全性は向上したが、一方で安全上の要注ポイントは変化した。また、現在、軌道の工事や保守、検査の一部など、多くの保線作業をパートナー会社が行っており、作業および安全の責任者である軌道工事管理者の役割は重要となっている。

そこで、現在の保安体制において注意すべき点を調査分析し、事故防止のためのヒューマンファクター上のポイントを整理し、それを軌道工事管理者に効果的に教えることのできるパソコンベースの訓練システムを開発した。

●キーワード：ヒューマンファクター、ヒューマンエラー、教育訓練、保線、CAI

1 開発の背景

軌道工事におけるヒューマンファクター面からの安全教育プログラムとしては、触車事故防止用危険感受性訓練システム『カンリくん』¹⁾があったが、このベースになっていた保安体制は、列車間合作業であった。これは、列車の運行の合間に作業を行う方式で、列車見張員が列車の運行ダイヤや運行状況を確認しながら列車を監視し、列車が接近した場合には作業員等に合図を出し待避させ、列車の通過後、再び作業を開始する方式である。当時は、大きな工事や列車運行の安全に係わる作業（レールの交換作業など）を除くと、多くの作業は列車間合作業であった。

列車間合作業は安全を列車見張員の注意力に依存している方式であったため、より安全性の高い線路閉鎖による方式（作業を行っている間はその区間の信号機を赤にすることにより、列車が作業区間に進入するのを物理的に阻止する保安体制）の拡大を進めていた。その折、山手貨物線での触車事故が発生し、これを契機に線路閉鎖など作業者の安全を確保できる保安体制の充実を図った。

これに伴い作業の安全性は向上したが、安全上の要注ポイントは変化した。また、軌道の工事や保守、検査の一部など、多くの保線作業をパートナー会社が行っており、現場における作業および安全の責任者である軌道

工事管理者（以下、軌工管と記す）の役割は重要となっている。

そこで、軌工管の更なるレベルアップを図るための新たな訓練システムを開発することにした。また、訓練の内容は、触車事故および鉄道運転事故につながるおそれのある線路閉鎖の取扱い誤りを対象に考えることにした。

2 研究開発の進め方

訓練システムを開発するにあたっては、以下の2つの事柄を明確にすることが重要である。

- (1) 何を訓練するのか（訓練内容の検討）
- (2) どうやって訓練するのか（訓練方法の検討）

前者に関しては、作業分析やインシデント分析等を通して検討を行った（図1）。後者に関しては、一訓練の流れをどう設計するか、それに伴いハードウェア構成をどうすべきかなどについて検討した。以下、それぞれについて3章および4章で説明する。



図1：現状の把握から訓練シナリオ作成までの手順

3 訓練内容の検討

3.1 現状の把握

現在の保安体制において注意すべき点や事故防止のためのヒューマンファクター上のポイントを整理するため、軌工管の作業分析やインシデント分析を行った。

3.1.1 軌工管の作業分析

軌工管の作業の内容（計画から作業終了まで）を整理し、発生しうるエラーを抽出した。

3.1.2 インシデント分析

線路閉鎖等による保安体制の充実が図られた、平成11年度以降に発生した要注意インシデントの分析を行った。それらは、大きく分けると、触車事故（列車に轢かれる事故）に発展する可能性のある「待避誤り」（線路外への待避が遅れたもの）と線路閉鎖の手続きや取扱いの際のエラーに起因するインシデントに分けられた。内訳については、「待避誤り」が53件、線路閉鎖の手続き等によるものが121件である。

3.2 要注意パターンの整理

3.1の分析結果から、触車事故および線路閉鎖の手続き誤りによる運転事故へ発展する可能性のある要注意パターンは、以下の8つに集約された。

- (1) 運行状況の確認省略・不良
- (2) 作業時の保安体制不良
- (3) 巡回・移動時の保安体制不良
- (4) 計画外作業の独断実施

- (5) 線路閉鎖手続きの不良
- (6) チームメンバーの統制不良
- (7) 作業計画の不良
- (8) その他

3.3 各パターンの発生メカニズムの検討

本訓練システムは現場リーダーである軌工管が対象であることから、要注意パターンから計画段階は外し、当日の施工作業に該当する(1)から(6)の6つの要注意パターンの発生メカニズムについて検討した。

(1)から(5)においては、不安全行動によるものと、うっかりミスによるものが考えられた。また、(6)においては、軌工管のリーダーシップなど、不安全行動やうっかりミスとは違う要因が重視された。

まず、不安全行動の典型的なメカニズムとしては、「作業の時間的な制約の中で、トラブルが発生したり、手間のかかる手続きの影響から、手順の省略などの不安全行動が発生する」が考えられる。一方、うっかりミスについては、「情報のやり取りやいつもと違う状況の中で、要注意ポイントの意識などが薄いため、思い込みなどのうっかりミスが発生する」などが典型的である。また、「事前の作業指示の不徹底や作業者の知悉不足の影響から、単独作業等のチーム統制不良が発生する」などの軌工管のリーダーシップ能力が要因となる事象もある。

3.4 訓練すべき特性の抽出

以上の分析から、軌工管がチームのリーダーとして、的確にチームを統率しながら安全・確実に作業を実施していくためには、以下の3つの能力が重要と考えた。

- (1) 危険のイマジネーション能力
(リスク知覚能力)
- (2) タイムプレッシャー下の判断能力
(リスク管理能力)
- (3) チームの的確な統制能力
(リーダーシップ能力、チームマネジメント能力)

すなわち、作業の中のどこが安全上のポイントかなどがすぐにわかり（リスク知覚能力）、また、トラブル等

が発生しても、安全を第一義とした判断が確実にでき(リスク管理能力)、チームを的確に統制しながら作業を遂行できる(リーダーシップ能力)ことが重要である。これらの能力をここでは「安全能力・安全センス」と呼ぶこととし、触車事故や運転事故を防止するためのベースになるこの安全能力・安全センスの現状のレベルを把握しながら、実作業における事故防止の要点を学ぶことができる訓練システムを開発することとした(図2参照)。

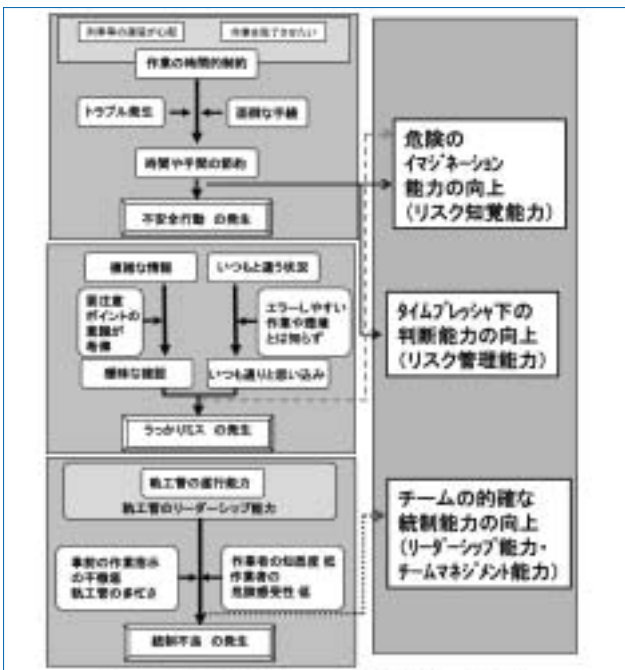


図2：要注意パターン発生メカニズムと、訓練すべき特性

3.5 訓練シナリオの構成

前述の要注意パターンおよびその発生メカニズムから、より具体的な発生パターンを検討し、「事故防止の要点」として整理した。また、触車事故や運転事故を防止するために必要なヒューマンファクター上のポイントについても整理し、これを「エラー防止の留意点」としてまとめた。

整理された「事故防止の要点」と「エラー防止の留意点」を効果的に教え、また訓練することが重要であるが、そのために、ここでは両者を適切に組み合わせて、訓練シナリオを作成することにした。その結果、訓練すべきシナリオは16に整理された(表1)。

表1：16の訓練シナリオ

	事故防止の留意点	エラー防止の留意点
1	「運行状況の確認漏れ・失念」の防止	「慣れの怖さ」の理解
2	「急な停止の作業指示」の防止	「違反がなぜ事故につながるのか」の理解
3	「見込み相対時の作業継続」の防止	「トラブル発生時の人間性」の理解
4	「作業時の疲労・精神疲労」の防止	「作業開始の危険性」の理解
5	「ロボット機能失效の作業継続」の防止	「人間の注意の特性」の理解
6	「不十分な保安体制での作業」の防止	「マン・マシンによる複雑な指示の危険性」の理解
7	「確認による計画外作業等」の防止	「とっさに立てた計画の軌念」の理解
8	「強制による急な作業等」の防止	「リーダーシップのあり方」の理解
9	「軌工管による単独作業」の防止	「作業時中の重要性」の理解
10	「確認段階の省略」の防止	「思い込みと確認のあまよ」の理解
11	「確認開始直前の確認」の防止	「確認行合せ要領の活用方法」の理解
12	「確認の心づもりが浅い」の防止	「確認ミスが発生のメカニズム」の理解
13	「作業員の待避線内入り」の防止	「待避要領の重要性」の理解
14	「慣れ癖の発生」の防止	「慣れ癖の特性」の理解
15	「確認時への不的確な立入り」の防止	「確認時の留意点」の理解
16	「不安な行動」の防止(作業計画から作業実施まで)	「チーム力(リーダーシップ能力向上)」の理解

4 訓練方法の検討

4.1 実施する訓練の概要

まず、訓練システムは、以下の理由から、パソコンベースとした。

- (1) インストラクターの負担を少なくすること
- (2) 訓練結果を保存、加工しやすいこと

次に、パートナー会社と協議しながら訓練システムの構成等の前提条件を以下のように整理した。

- (1) 軌工管5~10名のグループで訓練を実施する。
- (2) 各人の安全能力・安全センスの診断結果を出力し、訓練終了後に配布できるようにする。
- (3) 1回の訓練時間は1時間程度とする。
- (4) インストラクターはシステム操作に加え、教育訓練に関する一定の役割を持つ。

4.2 一回の訓練の流れ

前述の訓練の概要を踏まえ、一回の訓練の構成を検討した。その結果、図3のようになった。



図3：一回の訓練の流れ

以下にその詳細について説明する。

4.2.1 事例

「事故防止の要点」に示されるインシデントが提示される。以下の設問はこの事例に沿って行われる。

4.2.2 設問

上記の事例に関して「事故防止の要点」「エラー防止の留意点」（以下、この2つを「事故防止の要点等」という）の内容に沿った設問が提示される。設問の実施には、以下の2つのねらいがある。

(1) 問題意識の喚起

「事故防止の要点等」をはじめから直接教えようとしても、その意味や内容が十分理解されるとは限らない。いったん、本人に十分考えさせた後に、「答えが何か」を示した方が、自分の考えの間違いや不十分さが理解され、効果的である。

(2) 現在の能力の測定

「事故防止の要点等」に関する受講者の現在の能力を測定する。

4.2.3 グループ討議

「事故防止の要点等」に関する設問の中から、特に重要と考えられる事柄について、グループ討議を実施する。グループ討議を実施する目的も、やはり、訓練効果を高めるためである。すなわち「事故防止の要点等」の答えをいきなり与えるのではなく、自分で考え、グループのメンバーに話し、またメンバーの意見を聞くことにより、自分の考えの偏りに気づいたり、「問題の原因」や「取るべき行動」等の理解が深まることをねらったものである。

4.2.4 解説

「事故防止の要点等」に関する解説を提示する。解説を見

ることで「設問への回答」や「グループ討議」で喚起され、深められてきた問題意識が整理されることをねらったものである。また、解説では過去の事故・インシデント事例を紹介し「事故防止の要点等」の記憶への一層の定着を図る。

4.2.5 復習問題

4.2.2で提示された設問の中から「事故防止の要点等」に関してポイントとなる2問を再提示し、重要事項が理解されたかどうかを確認する。

4.2.6 コメント等の出力

訓練後のフィードバックとしては、設問への回答結果に基づき、本人に「作業上のアドバイス」が自動出力されるとともに、管理者用には「本人の成績とそれに基づく指導上のアドバイス」が自動出力される。また、管理者用コメントには、必要により、「インストラクターによる評価やコメント」の入力も可能にした。

また、訓練のポイントが復習できるように、実施された訓練シナリオのエッセンスをまとめた「訓練シナリオ解説」も合わせて自動出力される。

4.3 ハードウェア構成

前節で述べた「一訓練の流れ」を踏まえ、訓練システムの構成を検討した。その結果、パソコンを中心に、プロジェクターで事例・設問・解説等を投影し、設問に対しては、受講者各人が受講者用入力装置で設問に回答、診断結果がプリンターから印刷される構成とした。パソコン1台で1度に10人までの訓練が可能である。また、10人が同じベースで訓練を進めるため、必要なパソコンは1台のみであり、受講者用入力装置は、本訓練システム用に作成した。図4に本訓練システムのハードウェア構成を示す。

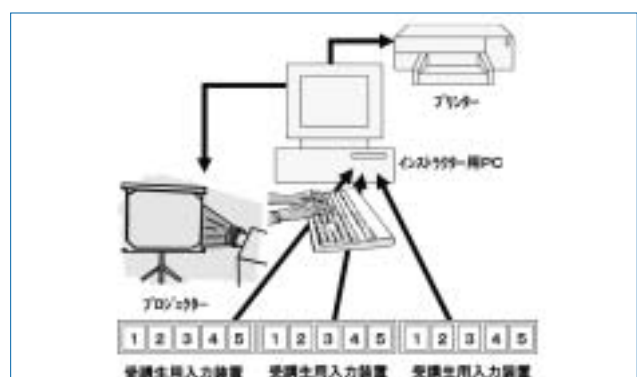


図4：訓練システムのハードウェア構成

5 訓練シナリオの詳細部分の検討

訓練すべき「安全能力・安全センス」「事故防止の要点」「エラー防止の留意点」を踏まえて、各シナリオについて作りこみを行い、16の訓練シナリオを完成させた。ここではその中の1シナリオ（シナリオ5、事故防止の要点：「TC列警鳴動後も作業継続」の防止、エラー防止の留意点：「人間の注意の特性」の理解）を例に、よ

り具体的な内容を示す。

TC列警（TC型無線式列車接近警報装置）とは、列車の接近している線をボイスで知らせる携帯型の警報装置である。事例では、TC列警が鳴動したにもかかわらず、まだ時間があると考え、作業を継続し、危うく触車事故となりそうなケースを「事例」で示す。図5が具体的に提示される画面の例である。

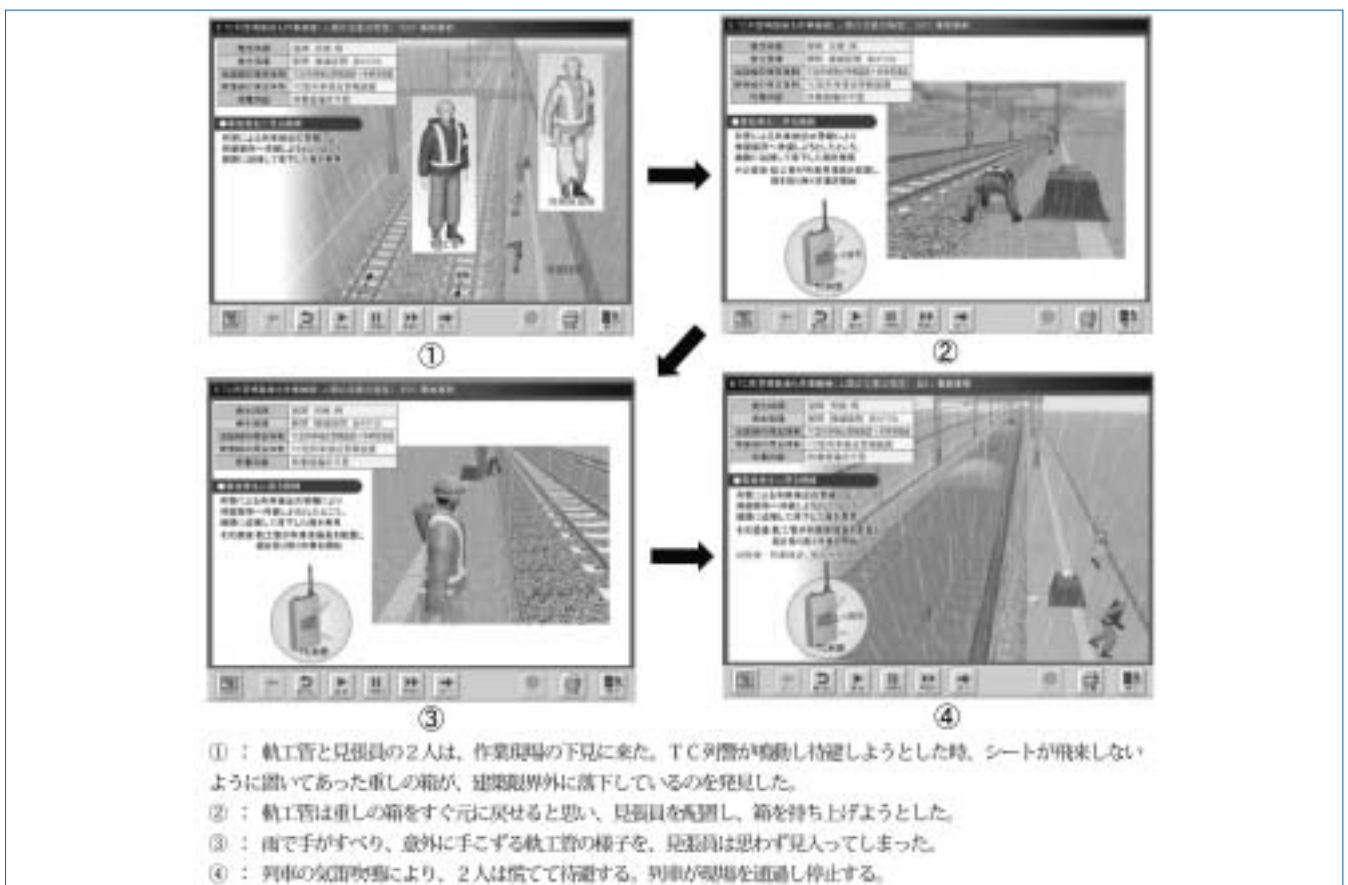


図5：「事例」画面の例

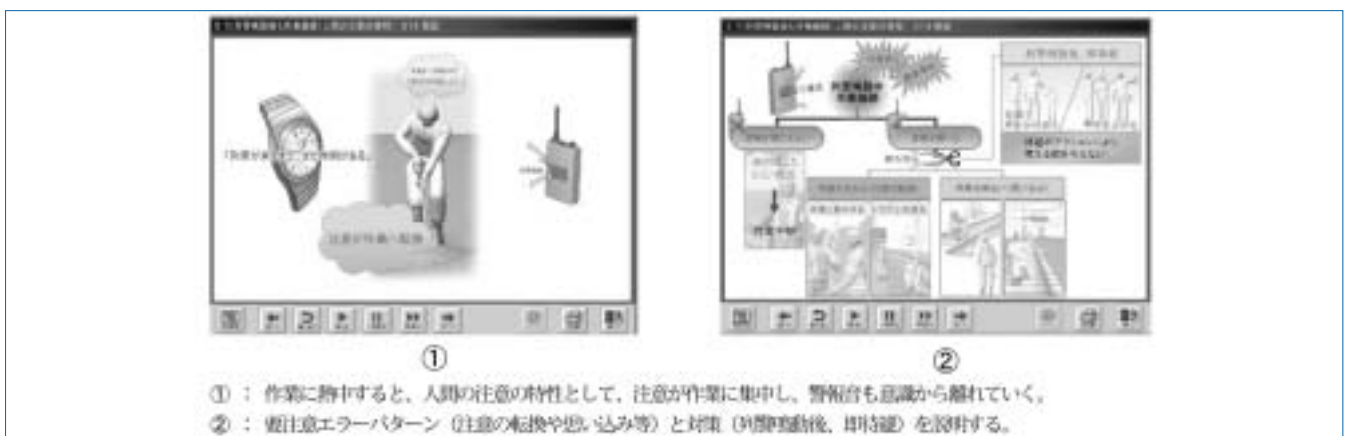


図6：「開設」画面の例

ルールは「TC列警が鳴動したら、即待避」である。その遵守を徹底していくためには、単にルールを教えるだけではなく、不安全行動をした場合の危険性を、人間の特性面の弱点を含めて理解させることが重要である。

シナリオ5では、以下の点を強調して、不安全行動の危険性を教えている。

- ・ TC列警の鳴動音も、時間が経つと背景音へ変化してしまい、意識に訴えなくなる。
- ・ 「皆がTC列警を聞いている」ことから、場合によっては、お互いに依存関係が生れ、自発的に行動しなくなる
- ・ 作業に集中していると、思った以上に時間が早く経過し、気付いた時には列車が接近している
- ・ 注意の転換は、自分が思った以上に困難なため、待避の遅れが発生する。

これらは人間の注意の弱点であり、その点の理解を通して、「TC列警が鳴動したら、即待避」の徹底を図り、TC列警の効果をより確実なものとするをねらっている。図6に、このシナリオの「解説」の画面を例示する。

16シナリオ全てについて、上記のような方法で、事例や解説等を作成した。また、シナリオをCGで作成し、ナレーションや必要な鳴動音、衝撃音を入れ、訓練効果を高める工夫を行った。

6 導入後の評価と今後の予定

開発された訓練システムは2004年4月から軌道関係のパートナー会社5社で、訓練センターでの定期訓練や現場における訓練で使用されている。まだ、使用開始されて日が浅いため、評価は定まっていないが、各社から意見をいただいている。

まず、教育訓練面に関しては、「事件事例から設問、グループ討議、解説の流れになっており解りやすい」「具体的な事例に沿った内容になっており評判が良い」「一般の教育講義より面白い」「研修期間中は安全に関する話題が多くなっている」などの評価をいただいている。

一方、「例題が当社で行っていない保安体制だと解りにくい」などの意見もあった。

今後、本訓練システムの教育訓練上の効果については、導入半年後および1年後を目安に、パートナー会社の安全担当者およびインストラクターからのヒヤリングを中心に評価を行う予定である。

次に診断面に関しては、現在、

- (1) 受講者の設問に対する回答結果（成績）
- (2) 受講者の上司による本人の安全能力・安全センスに関する評価

を収集している。これらの相関をみることにより、本システムの診断手法としての妥当性の評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 社団法人 日本鉄道施設協会：線路作業員の新しい安全教育手法に関する調査研究報告書（東日本旅客鉄道株式会社 安全研究所 委託）,19952
- 2) 渡辺三枝子, 渡辺忠：コミュニケーション読本, 社団法人雇用問題研究会,2000.9
- 3) 東日本軌道会：絵で見る安全マニュアル,2003.10
- 4) 東日本旅客鉄道株式会社 設備部 建設工事部：営業線工事保安関係標準仕様書（在来線）,2002.10
- 5) 東日本旅客鉄道株式会社 安全研究所：ヒューマンファクターからみた事故防止のキーポイント－車両・施設・電気部門 編－,1998.1
- 6) 東日本旅客鉄道株式会社 安全研究所：安全のヒューマンファクター～ヒューマンファクターを基盤とした職場の安全活動の活性化に向けて～,2004.3
- 7) ジェームス リーズン：組織事故, 日科技連,1999.4
- 8) 芳賀繁：失敗からのメカニズム 忘れ物から巨事故まで, 角川文庫,2003.7