

2.4 ヒューマンエラーと重大事故

1. はじめに ——ヒューマンエラーによる重大事故

近年、人間の失敗すなわちヒューマンエラーが直接のきっかけとなって発生する重大事故が後を絶たない。そのすべてをここに記すことは紙面の都合上できないが、たとえば以下のような事例を挙げることができる。

- (1) 1999 (平成11) 年1月11日、横浜市立大学医学部付属病院で肺を手術する予定の患者と心臓を手術する予定の患者を取り違い、それぞれ目的以外の手術が行われるという事故。医療全体における安全対策が必ずしも十分でないことが明るみとなり、その改善の重要性を再認識する契機となった。
- (2) 2001 (平成13) 年1月31日、焼津市上空で、羽田発那覇空港行き JAL 907 便と釜山発成田行き JAL 958 便がニアミスし、回避操作時の衝撃で乗客57人が重軽傷を負った事故。両機には合わせて乗客・乗員677名が搭乗しており、まさに航空機史上最悪の惨事になる寸前の出来事であった。
- (3) 2005 (平成17) 年4月25日、JR 福知山線で快速電車の速度超過により脱線、激突し乗客・乗員107名が死亡するという事故。近年の鉄道における最大の惨事となる事故であり、会社の安全に対する取り組み方の不備が厳しく世に問われる事故となった。

このような重大事故のほとんどにはヒューマンエラーが関与していると言っても過言ではない(たとえば井上・高見は、自動車事故の90%以上、航空機事故の70~80%はヒューマンエラーに起因するとのデータを提起している¹³⁾。われわれはその誰もが日常生活や職場で、様々な失敗をおかすことは紛れもない事実である。しかし航空システム、鉄道システム、原子力発電所などに代表されるように、現代の産業界は高度にシステム化されており、1人の人間が操作するエネルギー量はそれとともに巨大化している。したがって人間のちよつとした失敗がきっかけとなり、それが大惨事に至る可能性もあり得る。そこで近年、人間の失敗がなぜ生じるのか、そのメカニズムを科学的に解明し、事故防止対策に資する研究が重要視されつつある。

本節ではまず、人間はなぜ失敗するのか、その発生メカニズムを近年の認知心理学研究から明らかにされている知見に基づいて解説する。ただし事故は必ずしもヒューマンエラーのみによって発生するものではない。たとえば上述したそれぞれの事例では、事故発生 の直接的な原因としてヒューマンエラーを挙げることはできる [(1) の医療事故では看護師の患者取り違え、(2) のニアミス事故では管制官の便名の言い間違え、(3) の列車事故では運転士の速度超過またはブレーキのタイミング遅れというエラーがそれぞれ該当する]。しかしそれらとヒューマンエラーはあくまでも種々ある事故原因の一つであり、それゆえヒューマンエラーをおかした人間を捜し出し、糾明するといった姿勢に終始することは逆に事故の本質を見失うことにもつながり、事故の再発防止策を講じる上では極めてまずい方針となる。問題とすべきはそれら直接的な原因となるヒューマンエラーがなぜ生じたのか、その背景にあるさまざまな要因およびそれらの関係性を明らかにすることである。そこで本章ではさらに、事故の背景にはヒューマンエラーの他にいかなる要因があり、それらはどのような関係性を持って事故に至るのか、そのプロセス、そして

さらに事故を防止するために有効であるよう考え方について、筆者の専門領域である心理学の立場から論じようとするものである。

2.4 ヒューマンエラーとは?

人間の失敗を表す言葉にはさまざまなものがある。たとえばミス、エラー、錯誤、失念、錯覚、し忘れ、し損ない、勘違い、思い違いなど挙げ出すと枚挙のいとまもない。これらの言葉には共通して「してはいけないもの」といったネガティブなイメージがあるが、そのような負の価値観を含まない専門用語として「ヒューマンエラー」という語がある。ヒューマンエラーはたとえれば結果の重篤度から見ても多種多様な種類があるが、それをどのように定義付けるかについては研究領域によってこれまで異なってきた。

そこで心理学の分野ではヒューマンエラーは一般に「計画された心理的・身体的過程において、意図した結果が得られなかった場合を意味する用語」と定義付けられている¹⁴⁾。人間は、日常生活において特に何も考えなくてもできるような行動でさえ、つきつめて考えればそこには必ず「~しよう」という意図が存在する。そのような意図と、意図に基づいた行動の結果がくい違った場合をヒューマンエラーと呼ぶわけである。またそのヒューマンエラーには、「意図と結果が異なってしまう場合(たとえば定期を自動改札に入れようと思ってテレフォニックカードを入れてしまった、手紙をポストに入れるつもりが忘れてしまったなど)」と、「意図そのものが状況の誤解などのためにすでに誤りに誤った場合(たとえば会議の日を1週間間違えて会場に行ってしまった——この場合「会議に間違いなく出席する」という、より上位に位置付けられる意図と結果がくい違っている——など)」の二つに分類することができる。心理学では前者を「スリップ (slip)」、後者を「ミステイク (mistake)」と呼ぶ。

スリップは多くの場合、し損ない、し忘れのようによく日常的に数多く発生するが、すぐに気付かれることが多い、うっかり的な要素の強いエラーである。一方ミスタイプは頻度こそ少ないものの、思い込み、勘違い、判断ミスなどから生起することが多く、当事者にとつてなかなか誤りに気づかれにくいエラーであると言われている。

このように心理学では、ヒューマンエラーを人間の内的側面から定義付けているため、日常的で些細な失敗および甚大な被害をもたらすような失敗のどちらもがヒューマンエラーと呼ぶべき対象であり、さらに人間内部の発生メカニズムは共通していると考えられるため（両者を分けるのは人間を取り巻く環境のシビアさである）、たとえ些細なヒューマンエラーであろうとも、そのメカニズムを明らかにすることは意義があると考えられている。

3... ヒューマンエラーのメカニズム

アメリカの認知心理学者であるノーマンは、日常生活における約1000のスリップ事例の分析からA T Sシステムモデルと称する行動の説明モデルを構築し、そのモデルからスリップエラーの発生メカニズムを説明した⁽³⁾。A T Sとは、Activation（活性化）、Trigger（引き金）、Schema（スキーマ）の頭文字を取った略語である。A T Sモデルでは人間行動はおよそ以下のプロセスを経ることにより出現すると考えられている。

- ①「～しよう」という意図の形成
- ②意図に対応したスキーマの活性化
- ③活性化により活動準備状態におかれたスキーマが、ある閾値を超えらることにより、あかき引き金を引かれるようになり行動が出現

ここで言うスキーマとは心理学的概念であるが、過去の経験から

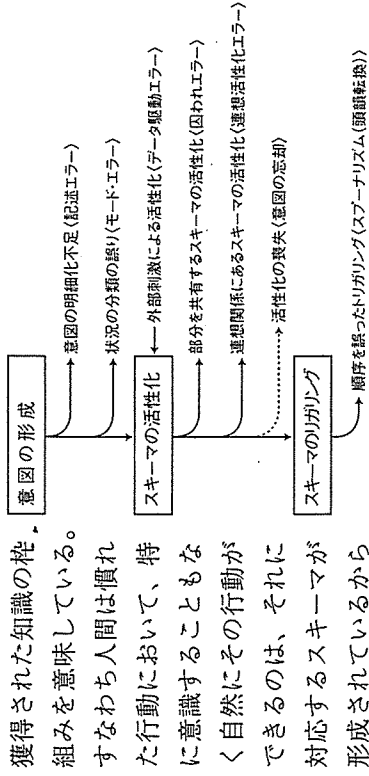


図1 ノーマンのA T Sモデルによる行動の段階とおもなスリップの分類
(二平 義明「からだ」と意図が乖離するとき」『アクティブ・マインド』(佐伯 伸・佐々木 正人編、東京大学出版会、1990年)：pp.55～86より)

獲得された知識の枠組みを意味している。すなわち人間は慣れた行動において、特に意識することもなく自然にその行動ができるのは、それに対応するスキーマが形成されているからであると考えられている。

たとえば朝起きて顔を洗うまでの

一連の行動（起床スキーマ）、食卓に座って新聞を読みながら朝食を摂る一連の行動（朝食スキーマ）、通勤のため自動車内で取られる一連の行動（運転スキーマ）など、人間の日常生活には無数のスキーマが形成され関与していると考えられる。そこでスリップがA T Sシステムモデルのどの段階で生じたかを基準として大きく三つ——「意図の不完全な明確化」、「スキーマの不完全な活性化」、「スキーマの不完全なトリガリング」——に当てはめることにより、それまで「うっかり」としか説明できなかったヒューマンエラーの発生メカニズムを、ある程度合理的に説明可能とされている（図1参照）。

図1で示されたおもなスリップの具体例を挙げると、「キッチンに行って冷蔵庫から牛乳を取ってくるつもりが、醤油を持ってきてしまった（記述エラー：意図した行動の細部にわたる心理的記述描写が不十分だったため生じるエラー）」、「ワープロでローマ字モードのつもりが、カナモードの状態で入力し、意味不明の単語を入力した（モードエラー：環境のモードを間違えたため、行動自体は意

図通りなされたが、結果的に誤ってしまいうエラー)、「紅茶を入れるつもりが、ふと気付くと普段よく飲むコーヒーを入れていた(図われエラー：意図した行動が、それと類似する行動で、かつ実行する頻度がより高い行動に囚われてしまいうエラー)、「ドアが開くと“いらっしやいませ”と言うのが習慣になっていたハンバーガーショップのアルバイト学生が、電車内に向かい側のドアが開いた瞬間、思わず“いらっしやいませ”と言ってしまった(データ駆動エラー：スキーマ化した行動が、普段実行する周囲の状況と合致した場合、意図しないにもかかわらず思わずその行動を引き起こしてしまいうエラー)、「“なつはあつ”と言うつもりが“あつはなつ”と言ってしまった(頭韻転換：韻の類似した語頭を入れ違えて発声するエラー)」などである。

A T Sモデルに従うと、ヒューマンエラーは人間行動の自動性(これはスキーマの特性でもある)、すなわちある行動に慣れること自体にヒューマンエラーを生起させる根源的要因があると考えられるため、その発生を完全に断ち切るには、安全意識の向上など人間側からの対策のみでは不十分であり、外部環境からのハード的対策が必要不可欠であることがこの理論からは導かれる。

4... 事故とヒューマンファクター

事故発生の背景には多くの場合ヒューマンエラーが関与していることは先に述べたが、事故の直接的原因としてヒューマンエラーのほかにも、決められた規則や法規を守らないという違反行動が多い。なかでも違反することにより発生するリスクを認識しながら、さまざまな理由からあえてリスクをおかすという「リスクテイキング行動」が事故の主要な原因の一つとなっている。たとえば自動車運転で、黄色信号なのに危険を承知でスピードを上げて交差点に進入す

ような行動である。

このような違反はヒューマンエラーとは異なり、行動自体は本人にとっでは正しく意図され、結果としての行動も意図通りであるという特徴がある(多くの場合特に問題は生じないが、時として何か別のファクターが関与することにより、事故・トラブルに至ってしまうことがある)。そこで事故を防止するためには、このような違反(またはヒューマンエラー)がなぜ引き起こされたのか、その背景となる人的要因(これをヒューマンファクターと言う)を広く深く探ることが重要となる。

たとえれば先述したJ R日本の列車事故では、運転士が制限速度70 kmの地点を、ブレーキをかけずに100 kmを超える速度で進入したことが直接的な原因とされている。そこで事故の原因を、「決められた速度を守らない」という規則違反や「ブレーキのタイミングが遅れた」というヒューマンエラーにのみ求め、その防止対策として「運転士の規則遵守や訓練の徹底」だけを指摘することで、今後の事故の再発を防ぐことはできずであろうか。答えは明確に否である。すなわちそのような違反やヒューマンエラーがなぜ生じたのか、その背景にあるヒューマンファクターを追求し、そのレベルでの対策を考えないと、一時的には防止策となるものの必ずや類似した事故が再発すると言わざるを得ない。その背景にある要因として、たとえば手前の伊丹駅でオーバーランしたことによる急ぎの心理、時間遅れによるペナルティの存在(特に日勤教育と言われる運転士への再教育)、余裕のないダイヤ編成、効率を優先する組織の方針など、運転士個人の要因だけでなく、より社会的な要因が多数関与していることが現在明らかになられている。

さまざまな種類のあるヒューマンファクターを臼井は表1のように分類しているが⁴⁾、事故の再発を防ぐには、違反やヒューマンエラーといった個人的要因がなぜ生じたのか、その背景にあるヒューマンファクターをなぜなせ式に広く深く追求し、そこで明らかにな

表1 ヒューマンファクターの分類とその内容

①個人的レベルのファクター	身体的機能(体格、運動性など)、生理的機能(覚醒水準、疲労など)、心理的機能(欲求、動機、感情など)、情報処理機能(知覚、判断、記憶など)、年齢、経験、技能、性格、態度など
②個人間レベルのファクター	人間関係(上司、同僚、後輩との関係)、コミュニケーション、(個人間の情報伝達)など
③集団組織レベルのファクター	リーダーシップ、職場の雰囲気・方針、安全教育、安全管理、安全活動、コミュニケーション(組織間の情報伝達)など
④生活環境レベルのファクター	家庭問題(配偶者・親子関係)、健康問題(本人・家族)、経済的問題、勤務地・住居の問題など
⑤社会文化レベルのファクター	規範・価値観(社会の安全要求度)・安全風土など
⑥作業遂行レベルのファクター(①～⑤との相互作用に基づく)	作業内容、作業手順、作業負荷、作業条件、作業設備、作業設計、気象、温度、照明、騒音など

れたヒューマンファクターに焦点を当てた具体的な対策を講じることが極めて重要となる。

5. 違反の背景にあるヒューマンファクターとその発生条件

前項ではヒューマンエラーと並んで違反が事故の直接的な原因になりうることを述べた。ここでは違反がいかなる理由で引き起こされるのか、その背景要因について調査した研究について紹介する。

臼井は電力会社の配電作業員(街中で電柱作業等、一般消費者への電力供給に係る作業を中心とする)を対象として、本来必要と決められている作業を省略(すなわち違反)することにより発生したヒヤリハット体験(事故に至る手前で未然に防がれた、いわゆる前事故事象)を204事例収集し、その内容を分析した⁹⁾。ここでは作業員がなぜ必要とされる作業を省略したのか、特にその心理的理由

についてKJ法(類似した内容をまとめ、小グループから徐々に大グループにまとめ上げるといふ質的分析手法⁶⁾)を用いて分析した結果について述べる。

図2は作業省略によるヒヤリハットの発生要因を心理的な観点から分類・分析した結果を示している。その結果、作業省略の背景にある心理的

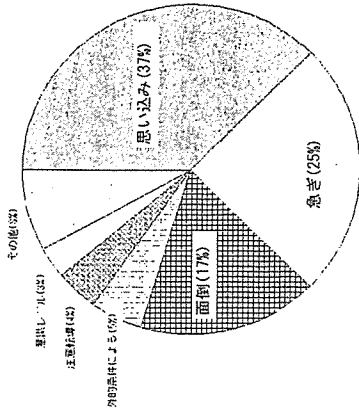


図2 作業省略によるヒヤリハットの心理的要因分類結果

要因としては、主として「思い込み」によるもの(37%)、「急ぎ」によるもの(25%)、「面倒」によるもの(17%)の三つが主要な要因であり、それらの3要因が全体の79%を占めていた。また、これら以外としては「外的条件による省略」(5%、作業場所が暗く防炎面を着用すると見にくい等)、「注意転導(注意のそれ)」(4%、異常個所に気をとられ周囲を見ない等)、「意識レベル」(3%、疲れからぼやっとした等)があった。この調査結果から、作業省略という違反の背景には、「思い込み」「急ぎ」「面倒」という三つの心的状況性が極めて高く関与していることが明らかになったが、前項で述べたように事故防止の効果的な対策を論じるには、これら諸要因がなぜ生じたのか、さらにその背景にあるヒューマンファクターを明らかにする必要がある。そこで引き続き、「急ぎ」「面倒」「思い込み」という三つの心的状況性がどのような状況下で発生するのか、その背景条件を明確化する調査を同じく配電作業員を対象に実施した。調査では小集団活動であるQCサークル活動の場を借り、サークルごとにあらかじめ設定されたヒューマンファクターのテーマ(急ぎ、面倒、思い込みのいずれか)について、その心的状況性が発生する背景条件およびそれにより生じる事故・ヒヤリハットの

内容、考え得る防止策などについて集団討議し、その結果を簡条書きにしてまとめることを各サークルに求めた。テーマごとに記述された背景条件に関する回答は1000例前後と極めて多数であったが、その記述内容についてKJ法を用いて分類し、共通する要因の抽出を試みた。表2、表3、表4は背景条件の分類項目とその具体例および比率を示している。

表2 急ぎの背景条件の分類結果 (N=1,225)

分類項目	具 体 例	比率
1. 作業関連	作業が立て込んでいた	26.3
2. 基本的時間圧力	復旧時間に間に合わせる	15.0
3. 外部環境	天候が悪化した	9.9
4. 時間ロス	作業に失敗した	9.5
5. 同僚・上司関係	上司にせかされた	8.8
6. 顧客関係	客にせかされた	6.5
7. 体調	生理現象が生じた	4.7
8. 他者競争	同僚に負けたくなかった	3.8
9. その他		5.0
10. 分類不能		10.5

5-1・急ぎの背景

表2より急ぎの背景条件としては、「1. 作業関連」要因や「2. 基本的時間圧力」要因に関する記述が多く、そもそも作業を遂行すること自体に急ぎ要因が付随していることが示された。ただしそれ以外に、環境側に人間を急いだ気持ちにさせる「3. 外部環境」要因、何らかのトラブルから無駄な時間が生じ、それを取り戻そうとする「4. 時間ロス」要因、人間関係など他者とのかわりのなかに潜む要因（「5. 同僚・上司関係」、「6. 顧客関係」、「8. 他者競争」）などが抽出され、人間を急いだ心理にさせる共通の背景条件がいくつか浮かび上がった。

5-2・面倒の背景

表3より面倒が発生する主要な背景条件としては、「1. 安全手段比重」要因が挙げられる。これは主に危険回避にかかる労力（コスト）が、本作業にかかる労力と比べて相対的に高い時に生じる面倒感を意味する。たとえば所要時間1時間の作業に対して10分程度かかる事前の養生作業を、所要時間5分程度の臨時作業に対しても同様に手がけることは、作業員にとって相当の心理的負担になる。また「2. 負担感生起対象」要因とは、ゴム手袋の装着など、安全確保のための行動そのものが負担を感じさせ、省略をせざる要

表3 面倒の背景条件の分類結果 (N=1,004)

分類項目	具 体 例	比率
1. 安全手段比重	本作業が簡単な内容	25.3
2. 負担感生起対象	ゴム手袋の装着が面倒	16.4
3. 作業経験	作業に慣れていない	9.4
4. 所要時間	作業を急ぐ必要	8.8
5. 本作業関連	本作業が複雑であった	7.6
6. 安全手段段	防災面が煩わしかった	6.9
7. 距離移動	物を取りに戻る必要	6.4
8. 作業物非所持	必要物を忘れた	5.8
9. 疲労	疲れていた	3.2
10. 単独作業	誰も見ていなかった	1.7
11. 他者に依頼	人に頼むのが負担	1.1
12. その他		7.6

表4 思い込みの背景条件の分類結果 (N=940)

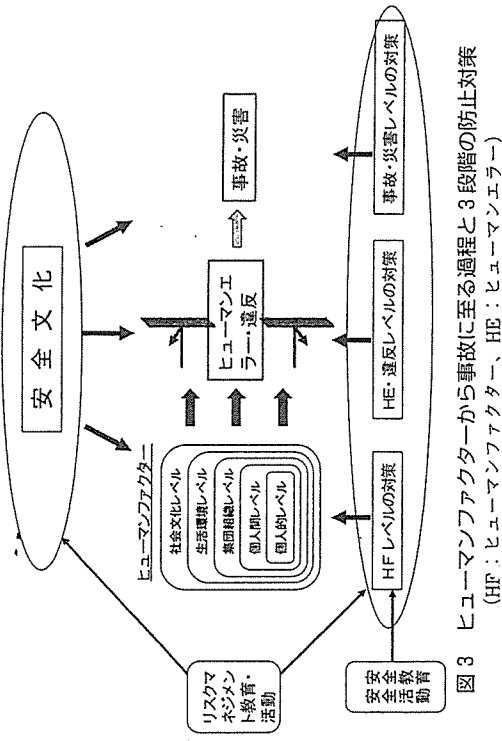
分類項目	具 体 例	比率
1. 作業経験	これまで問題がなかった	23.4
2. 論理性	新しい製品は良品だ	9.4
3. 反復性	同じ事を何度も繰り返した	5.4
4. 回路、線路関係	電線が輻撃していた	4.5
5. 近接性（類似性）	よく似た電柱だった	4.0
6. コミュニケーション	連絡が正しく伝わらない	3.7
7. 設備、工具関係	機器が故障していた	3.3
8. 経験不足	危険を知らなかった	2.4
9. その他		10.5
10. 背景要因不明		17.3
11. 分類不能		16.0

因になることを意味する。また「7. 距離移動」要因、「8. 作業物非所持」要因のように、何か作業に必要な物が手元になく、それを取りに戻るにはある程度距離を移動しなければならぬような場合にも面倒感を生じ、必要な作業が省略されるという事態が結果から読みとれる。

5-3・思い込みの背景

表4より思い込みの背景条件として最も多かつた項目として、「1. 作業経験の問題」が挙げられる。思い込みによる事故やヒヤリハットは多くの場合、過去に同じような状況で省略を何度も経験し、今回も大丈夫だと思ってもかかわらず、なんらかの要因が加わって状況がそれまでと異なり、トラブルが生じることがある。豊富な作業経験は円滑な作業遂行には必要不可欠であるが、反面誤った思い込みを引き起こす主要な要因にもなり得る。また比率は低いながら、情報そのものが伝わらない、または誤った思い込みを生じさせる重要な要因であると言える。

以上、事故の主要な要因となる作業の省略（違反）の背景として、「急ぎ」「面倒」「思い込み」という人間の心的状況性が大きくかかわっており、さらにその背景にはそれを引き起こす種々の作業環境条件が存在していることが見いだされた。すなわちこのように違反は、ある特有の環境条件とそれに対応する人間の危険な心理状況とのインタラクション（相互作用）により生起しており、その関係性を明確にした上で教育なり対策を講じないと、決して違反行動を押しさえる有効な手だてとはならない。



6. ヒューマンエラー、事故を防ぐには

ヒューマンエラーは誰にでも生じる現象であり、加えてすべてのヒューマンエラーが悪というわけでもない（ヒューマンエラーが契機となり新たな発見に至ったという逸話は数多くある）。防止すべき対象とは、事故の契機となるようなヒューマンエラーや違反である。そこで、その防止対策として、筆者は図3に示すように、ヒューマンエラーや違反が事故に至る過程を3段階——ヒューマンエラー・違反レベル、ヒューマンエラー・違反レベル、事故・災害レベル——に分け、各段階別に対策を講じることが有効であると考える。ヒューマンエラーレベルの対策とは、ヒューマンエラーや違反が発生しないように、その背景要因のレベルで事故予防策を講じること——主として安全教育や安全活動など——である。その具体的活動例として「作業状況などが描かれたイラストや写真を提示し、そのなかに潜む危険を的確に指摘し、対処可能にするように学ばせ

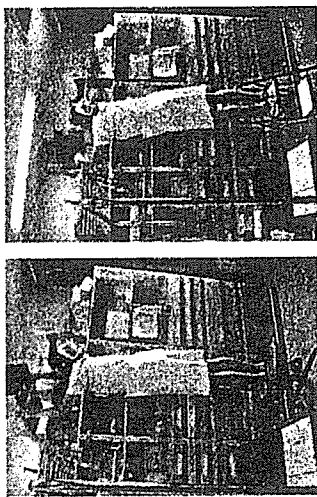


図 4-a
危険予知シート(1)

図 4-b
危険予知シート(2)

る」という危険予知訓練や「ヒヤック」としたり、ハックとしたりするような体験を収集し、その対策から将来起こりうる事故を未然に防ぐ」というヒヤリハット活動などがある。図 4-a

に示した写真は危険予知訓練シートの一例である。このシートではキャスター付きおきおよび回転する椅子を使用することによる転落の危険性を予測し、その行為を回避することを学ばせることをねらいとする。このような危険予知訓練は特に新人教育などには有効であるが、とすれば高所＝転落危険性等、内容が固定化しマンネリになるとの問題点も指摘されている。そこで本章で強調しているヒューマンファクターレベルで重要とすべき問題は、たとえ 100 回中 99 回は決められた手順 (図 4-b の踏み台を使用するよう) に作業するにせよ、1 回でも違反する、またはしたくなるような時はないか (事故は往々にしてそのような状況で生じるものである)、またそれはどのような条件で生じるかについて作業員に考えさせ、学ばせることである。そこには前節で述べた「急ぎ」「面倒」「思い込み」のような心理がかかわることが多く、たとえば「引き継ぎ時間が迫っている (急ぎ)」「踏み台が近くにならない (面倒)」「これまで何度も大丈夫だった (思い込み)」などが違反を誘発する危険な状況性として指摘することができる。

ヒューマンエラー・違反レベルの対策とは、ヒューマンエラーや違反が発生したとしても、それが事故に至らないように危険の連鎖をどこかで断ち切ること——主として外部環境からのハード的対策である。たとえば鉄道安全では列車が制限速度をオーバーすると、

自動的にブレーキがかかるフェールセーフまたはフールプルーフシステムを導入することなどである。このようなハード面からの対策は技術面、費用面等様々な制限はあるにせよ、事故を劇的に減少させる可能性を持つ対策となりうる。

事故・災害レベルの対策とは、事故をくい止めることに失敗した場合でも、たとえば救援システムを充実させたり、日頃から事故を想定した訓練を実施したりするなど、被害の拡大をできる限り防ぐことをねらいとする対策である。

そしてさらにヒューマンファクターから事故に至る過程および各段階での事故防止対策の実行には、安全問題の重要性を当該組織やそのトップがどのように考え位置付けるか、という組織の安全文化 (safety culture) が密接にかかわる。安全文化とは 1986 年に発生したチェルノブイリ原子力発電所事故の原因分析から生み出された用語であるが、「すべての問題に安全を最優先する組織のあり方」を意味するものである。そこでリーズンは組織がよき安全文化を醸成するためには、組織および経営トップが以下の 4 要素を獲得することが極めて重要であると主張している⁷⁾。

- ①報告する文化：インシデントや小事故を隠さず報告する
- ②正義の文化：安全規則違反など意図的違反を放置しない
- ③柔軟な文化：ときには中央集権的な構造を必要に応じて分権的組織に再構成する
- ④学習する文化：インシデントや事故のデータなどの情報から学び、改革する

以上の 4 要素は前述した三つのレベルの事故防止対策とも密接にかかわるものである。事故を防止するためにはよき安全文化の醸成とそれに基づく効果的な事故防止対策を目指したリスクマネジメント教育・活動 (安全教育・安全活動を包括した) が今後いっそう重要視されるべきであろう。

7 おわりに

——事故防止に向けた展望

事故やヒューマンエラーは、それまでの時間経過や発生時の物理的条件、社会的条件など、まさに時空間的な広がりを持った諸要因が複雑に関与して発生するため、特効薬のような防止策の開発は恐らく望むことはできない。そこで本章で述べたような多面的対策を講じることが必要になるわけであるが、ここでは企業、大学、行政、地域住民といった包括的観点からの活動・研究の地道な実施および学校教育の段階からの長期的展望に立った安全教育が今後求められよう。

またこれまで安全性と効率性は相反する存在であると考えられ、安全の優先順位を上げることが現実的ではないとも言われてきた。しかしJRRの事故例を挙げるまでもなく、いったん重大事故が発生すると、そこには多大な損失が発生し、効率性を求めることが結果的には大きく効率を損なうことにもつながる。したがってシステムとは、会社組織のように最終的には効率性向上を目指さざるをえないにせよ、安全にかかると人的、物的、金銭的投資等、安全にかかわる諸問題をシステムそのものに組み込み、システムの一部として位置付けることにより、総合的な観点から安全性向上を目指す姿勢が、今後の社会や産業界に望まれるのではないだろうか。

●註 ● 井上純一、高見勲「ヒューマンエラーとその定量化」『システムと制御』（第32巻3号、1988年）；pp. 20-27.

- (1) 井上純一、高見勲「ヒューマンエラーとその定量化」『システムと制御』（第32巻3号、1988年）；pp. 20-27.
- (2) J. リーズン「ヒューマンエラー——認知科学的アプローチ」（林喜男監訳、海文堂出版、1994年）；p. 210.
- (3) D. A. ノーマン『誰のためのデザイン？——認知科学者のデザイン原論』（野島久雄訳、新曜社、1990年）；p. 403.
- (4) 白井伸之介「ヒューマンエラーと労働災害」『産業安全技術総覧』（産業安全技術総覧編集委員会編、丸善、1999年）；pp. 503-26.

(5) 白井伸之介「感電災害防止への新しい視点——背景にあるヒューマンファクターの解明と現場へのファイードバック」『電氣評論』（第83巻5号、1998年）；pp. 29-34；同「ヒューマンエラーと労働災害」『産業安全技術総覧』（産業安全技術総覧編集委員会編、丸善、1999年）；pp. 503-26.

(6) 川喜田二郎『発想法』（中央公論社、1967年）；p. 202.

(7) J. リーズン『組織事故——起こるべくして起こる事故からの脱出』（塩見弘監訳、日科技連、1999年）；p. 354.

CONSIDERATION ABOUT PSYCHOLOGICAL FACTORS IN LABOUR ACCIDENTS IN JAPANESE CONSTRUCTION WORK

Takahiro Nakamura / National Institute of Industrial Safety, Tokyo, Japan

Shinnosuke Usui / Graduate School of Human Sciences, Osaka University, Osaka, Japan

Kazumitsu Shinohara / Graduate School of Human Sciences, Osaka University, Osaka, Japan

Koji Kanda / Nagoya Institute of Technology, Aichi, Japan

Toshiyuki Tachikake / Graduate School of Human Sciences, Osaka University, Osaka, Japan

Kazushige Wada / Heian Jogakuin St. Agnes' College, Osaka, Japan

SUMMARY/ABSTRACT

The seriousness and importance of human errors as the cause of the accidents is widely recognized in the almost all industries. However, the establishment of the errors prevention measures, which lead to the accident prevention directly, effectively and concretely, seems to be difficult. Because, the causes and the background factors of human errors are complex and diverse. Although it is difficult to get these factors clear, they must be managed appropriately and properly to establish the appropriate measures for the accidents prevention.

Human errors are not unusual characters to be inherent in the specific individuals or environments, and they are certain results influenced by each occasion and situation. Strictly, the characteristics of human reliability, accuracy, vitality, and so on, always changes, so our any acts might to become errors depending on the circumstances. To attempt the accident prevention measures caused by human errors, it is necessary to grasp the process of the accident-occurrence in detail. Especially, what relation the human factors had had among the various accidents causes, and how the psychological condition of victim had been, should be considered carefully.

In this research, four labor accident-cases are extracted from 191 accident-cases which occurred in 2000 in Japanese construction work. And the relations among the psychological factors of victims, the processes of the accident-occurrence, and error factors are discussed, including the supposition of the researcher.

For example, some simple questions would arise from these labor accident-cases as below:

- Usually, how many risks are informed to us by a warning?
- How much space is necessary for you to close the gate of a dump truck?
- Would you approach the window side when a cellular phone is not connected?
- To prevent the falling, is it an error to bind luggage to the frame of the lift with the rope?

Even in these four accident-cases which were extracted in this research, each error was simple, and each psychological factor was common to everyone. And in each accident-case, some factors would be connected with each other like a chain. In other words, the accident would be hard to occur by the single factor.

The prevention of the accident by human errors might be difficult, and the accident might occur as long as the chain of these factors could not be severed. Therefore, in order to prevent the accidents, it is necessary to understand human errors not as the numerical values, but as a series of phenomena resulted by human behaviors.

INTRODUCTION

In almost all industries, the importance of human errors as the cause of the accidents is widely recognized, and a lot of safety-measures against human errors are indispensable for the prevention of the accident. The occurrence probability of human errors is calculated as well as the probability of various risks, and it is put in to the accident prevention measures.

Although the background-factors of human errors should be complicated and confusing, the appropriately management to each factor is necessary. However, the expectation for the prevention measures with immediate effect would tend to lead to an eternal alert, pursuit a personal responsibility, restriction against behavior of workers by a facile regulation, and so on. These measures might temporarily be effective, but could hardly become an essential solution.

Human errors are not unusual characters to be inherent in the specific individuals or environments, and they are certain results influenced by each occasion and situation. Strictly, the characteristics of human reliability, accuracy, vitality, and so on, always changes, so our any acts might to become errors depending on the circumstances. To attempt the accident prevention measures caused by human errors, it is necessary to grasp the process of the accident-occurrence in detail. Especially, what relation the human factors had had among the various accidents causes, and how the psychological condition of victim had been, should be considered carefully.

In this research, 4 labor accident-cases are extracted from 191 accident-cases which occurred in 2000 in Japanese construction work. And the relations among the psychological factors of victims, the processes of the accident-occurrence, and error factors are discussed, including the supposition of the researcher.

PROCEDURE

Nakamura et al. [1] analyzed the relations between the psychological factors which were related with human errors and the labor accidents in Japanese construction work. 13 psychological factors, which were extracted from recent studies beforehand, were compared to each case of 191 accident cases. As a result, 80 out of 191 cases (41.9%) were identified to be the accidents which were connected to the psychological factor(s).

In this research, 4 accident-cases were extracted from these 80 cases, and the detail of the relations among psychological factors of victims, processes of the accident-occurrence, and error factors were examined. The extraction of these 4 cases could not help becoming arbitrary a little, because the details of the accident were obtained from labor accident survey reports. These reports were usually made to clarify the legal accountability, and the descriptions concerning psychological factors and human errors were little. Although these reports were not necessarily suitable for the purpose of this research, they were almost only sources which supplied the detail information about the accidents. And these 4 cases included a lot of descriptions comparatively that enabled the relation between the cause of the accident, psychological factors and human errors to be understood.

Each of 4 cases was arranged according to the time series of accident-occurrence. And the relation between the factors considered to be the causes of the accident and psychological- and error factor were discussed descriptively. The grasp of the psychological condition of victims at the accident was impossible, because they had died at the accident. Therefore, the examination of the relation among the cause of the accident and various factors were partly performed based on the supposition of researchers.

OUTLINE OF EXTRACTED ACCIDENTS

The outline of 4 extracted accident cases is shown below. Personal information that relates to privacy has been omitted.

Case 1: A worker was run over by a train

“When the railway workers were doing the measurement work to adjust the height of the rail in the railway, the alarm that informed of the approach of the train emitted the warning sound. They evacuated themselves soon to outside of the railway track and prepared for passing the train. Just after a train passed, a worker who was walking along a railway began to cross the track. At the same time, another train had approached from the opposite direction on the neighbor railway track. A guard whistled him in a hurry not to get in the track, but he was run over the train. It seemed that he did not notice the train that was approaching from the opposite side.”

Case 2: A worker got caught in a construction-machinery which was turning around

“Construction materials were unloaded from the truck by using a construction-machinery. A worker was voluntarily approaching to the tail gate of the truck to assist in setting the stopper of the gate. At that very moment, the construction-machinery began to turn around. He was placed between the counter weight of the construction machinery and the truck.”

Case 3: A worker was placed between a lift and the handrail of the balcony

“In a construction work in the high rise apartment, a temporary lift was placed outside of the balcony to transport the construction materials. The space that the lift went up and down was guarded with the soft net to prevent any obstacles from invading.

A worker was hanging out from the handrail of the balcony on 29th floor. The shape of the net changed because he had been hanging out too much. At that time, the lift had descended from overhead of him. He was not able to notice the lift approaching, and his head was placed between handrails of the balcony and the body of the lift.”

Case 4: The lift descended suddenly

“After working at the rooftop in the building of five stories, the workers tried to unload remaining materials on to the ground by using the lift. To prevent materials from falling unexpectedly, the workers bound these materials to the frame of the lift with the rope. However, they bound the movable parts of the lift to the frame together.

Although another worker at the ground operated the switch to make the lift descend, the lift stopped at once because the movable parts of the lift was firmly bound with the rope. The worker at the rooftop noticed soon his mistake, and he got into the lift hastily to undo the rope. The worker at the ground wondered why the lift did not move, and he operated the switch to make the lift ascend and descend. Along with the operation, the rope got tight and loose repeatedly.

While the worker trying to undo the rope, his right hand was caught in the rope tightly. He called another worker at the rooftop and asked to cut the rope. The lift descended suddenly immediately after the rope was cut.”

DETAILS OF EXTRACTED ACCIDENTS AND SUPPOSED PSYCHOLOGICAL- & ERROR FACTORS

From the content of the above-mentioned description, it is difficult to understand the psychological status of the victims at the accident. To understand or suppose the psychological- and error factors that relates to the cause of the accident, it is necessary to examine the details and processes of these accidents.

Case 1: Why did not he notice the approaching train?

Although the alarm emitted the warning sound, it seemed that he did not notice the train approaching from opposite direction and began to cross railway track.

For example, the dead angle that was made by the first train might obstruct the view and he was not able to be aware of the second train, if the allocation was that as shown in figure 1. In this case, the second train entered the dead angle of the first train, and cannot be watched directly. However, actual allocation at the accident was the one shown in Figure 2. The second train can be watched directly regardless of the position of the first train. Therefore, the cause of the accident would not relate to visual- physical problems directly.

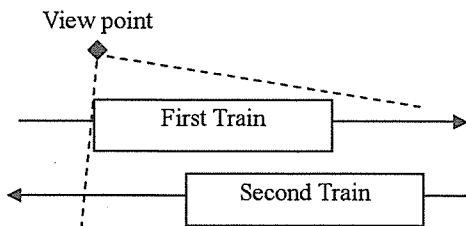


Figure 1. Dead Angle made by the First Train

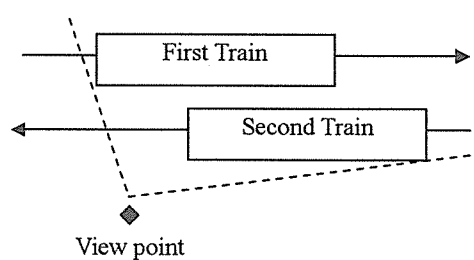


Figure 2. Actual Allocation at the Accident

Two alarms had been set up at the site. One reacted to the train that approached from one hand, and the other reacted to the train that approached from the opposite side on neighbor railway track. Additionally, these alarms worked regularly at the accident. The positions of the alarm sensors, velocity of the trains and the time the trains reached to the site enable us to know how the alarms worked at the accident. It was supposed as below; immediately

after one alarm, which was reacted to the first train, stopped working, the other which was reacted to the second train began to work. Therefore, he might not have been able to distinguish two consecutive warning sounds, and have misunderstood them as a single warning sound. The loud noise produced by the passing of first train might hinder him from discriminating between first and second warning sound.

Additional Safety Measures to case 1

From the description of the survey report, it was not able to know whether the warning sound that each alarm emitted was the same or different. In the case that the each sound was same, it was difficult to discriminate between first alarm and second one. Therefore, if the object or phenomenon that should be noted is different, the alarm sound should also different respectively. Also, if the workers should manage the different risks continuously, it is practical that a warning sound which is different from the usual one would be emitted. In addition, a surrounding loud noise would invalidate the efficacy of warning sound. Some visual warning signals, like continual flashes of lightning, might useful under these circumstances. These signals should be properly different respectively, if the object or phenomenon that should be noted is different.

Case 2: Why did he enter such a narrow space?

Although he intended to assist in setting the stopper of the gate, the risk of approaching to the working machinery and entering to a narrow space would be imagined easily. His behavior was thoughtless. However, this is one of the typical patterns in the accident to which the construction machinery relates.

Most of construction machineries, such as hydraulic excavators, mobile cranes, and so on, are equipped with the counter-weight to keep their balance in working. Many of the counter-weight have the overhanging shape, and especially in turning, the movement-tracks of the outside-edge of the counter-weight change greatly. In the situation shown in Figure 3, there seems to be sufficient room, and this room is often used as a pathway by a careless worker. But, when the machine turns, this room is completely lost as shown in Figure 4.

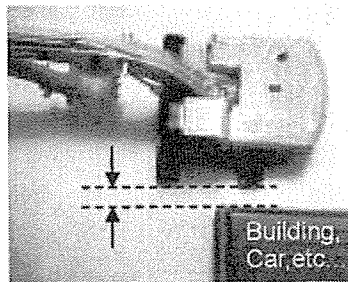


Figure 3. Sufficient Room before Turning

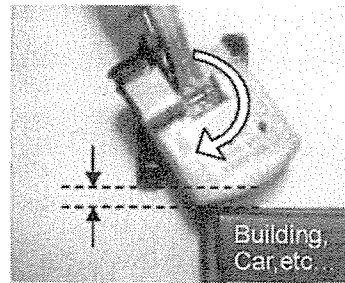


Figure 4. Lost Room after Turning

Drift of attention in case 2

The reason he did not predict the risk of a narrow space would be his ignorance about the characteristics of construction machinery as shown in Figure 3 & 4. In this sense, not only the operator of the machinery but also a peripheral worker should receive the safety education and training.

Perhaps, he might carelessly forget the risk which was generated by the characteristics of machinery, even if he understood the risk well. For instance, our attention turns in a different direction easily if there is an object that catches our interest and concern in surroundings. Also, when we are in poor health, exhausted, or in a hurry, it is natural of us to want to shorten a distance that should be advanced. If there is a shortcut way under our eyes without a fence or warning message, it seems to be efficient and to be appropriate for us to use the way. It is easy to explain that there is a risk, but difficult to keep feeling and considering the risk in every time, every where.

In these senses, attention of human's would not be reliable means for safety. Therefore, more effective accident prevention measures in case 2 would be an installation of a physical restriction so that nobody is able to enter around the construction machinery.

Case 3: Why did he hang out too much?

He seems to have tried to call by the cellular phone just before the accident. After the accident, his cellular phone was found at the site. And the arrival history from his cellular phone was recorded the phone of his

colleague's. This history contained the information about the date and time that his call reached, just same as the accident occurred.

The cellular phone has spread rapidly in Japan. The electric wave of the cellular phone covers almost all over city. In those days, however, the service of the cellular phone had not been enhanced even in urban area. Especially, it was difficult to catch the electric wave of the cellular phone in upper-stairs of skyscraper. The electric wave was caught better at the outside of the building, rather than inside. Perhaps, he might have wanted to catch the electric wave firmly as much as possible. As a result, he might try to call with hanging out from the handrail of the balcony of the 29th floor. If the space that the lift went up and down was guarded with the hard net, this accident might have been able to be prevented

While talking on the telephone, our attention is not a little divided to the conversation. If the conversation on telephone is not caught clearly and easily, our attention is divided more. Just before the accident, his attention might have concentrated on the cellular phone, and he was not able to notice the lift that approached from overhead.

New problems related case 3

It is pointed out that the popularization of cellular phone as a communication tool would contribute to safety on the construction work sites. In the construction work, the work meeting is frequently held. The cellular phone enables them to hold the meeting between workers who are working at the different distance places. As they need not come and go in a work site each other, the risk of the accident while moving in the site would decrease.

However, above mentioned, our attention is divided to the conversation while talking on the phone. Some accident cases to which the cellular phone related similarly are reported, and the increase of the same type of the accident would be feared.

Case 4: Why could not he undo the rope?

The beginning of the accident is that the worker bound the movable parts of the lift to the frame with a rope. The movable parts and the frame of the lift were painted on quite the same color, so he might misunderstand that both of them were integral frame of the lift. It is effective to employ some different displays or colors for prevention operation errors, and these methods have been already adopted in many industries.

The first misunderstanding was not too serious, but some problems are pointed out about the way to recover from former troubles.

First, there were little communications between him and the worker who was operating the lift on the ground. He should have begun to undo the rope after he had instructed to raise the lift to the worker. If he had appropriately instructed and communicated, he might have been able to undo the rope more easily.

Second, he might try to cancel the trouble on him own. Certainly, it is a simple but ridiculous mistake to bind movable parts of the lift with the rope. He might want to cancel the ridiculous mistake without being known to others, so he might not take communication with the worker on the ground. In the team-work composed of two or more members, it is occasional to hide own errors, or to deny having mistake because of his shame and vanity. And these conceal and denial would disturb the findings troubles and recoveries from the former troubles. This is one of the most serious matters on industrial sites where team-work is extremely important.

Chain of factors in case 4

In case 4, each factor which related to cause of the accident was not so complex. There were some turning points in case 4, and a recovery from the former error was not complicated at each point. However, each factor was continuously connected, and finally, the situation gradually developed into the serious consequence. Case 4 is a typical example that some factors related in the chain and the accumulation of a minor error developed into the serious accident.

DISCUSSION

In this research, 4 cases were extracted. Although the causal relationship between the psychological factors and the accident was considered with supposition, the process of the accident, psychological- error factors and various other factors related to the cause of the accident were examined descriptively.

Each of these factors, and phenomena produced by these factors, was neither remarkable nor particular as the cause of the accident. They don't exist only in some specific working environments and exceptional circumstances, but exist even in a trivial event that we experience in our daily life.

The noticed factors that supposed to greatly influence to the accident occurrence are shown in Table 1.

Table 1. Noticed Factors in Each Case

CASE	psychological- error factor(s)	background factor(s)
CASE 1	➤ <u>unawareness</u> to the second train	➤ confusion of consequence warning sounds ➤ loud noise by passing train
CASE 2	➤ <u>ignorance</u> or <u>omitting</u> about the characteristics of machinery ➤ <u>thoughtless</u> behavior	➤ lack of safety education and training ➤ characteristic of attention
CASE 3	➤ <u>unawareness</u> to the lift	➤ characteristic of attention ➤ new issues related to cellular phone
CASE 4	➤ <u>misunderstand</u> ➤ <u>poor communication</u> in teamwork	➤ physical confusion (color, shape, etc...) ➤ shame and vanity

The existence of these factors and circumstances would be common to all industrial work sites, even in the leading edge. In other words, our industrial safety would be always exposed to risks of the accident caused by insignificant errors.

The factors and phenomena called human errors are abundant and complex, and our concern tend to be biased to human errors. On the other hand, it is necessary to consider not only the error factors but also the process of the accident and the relation between other various factors in order to understand the cause correctly and to take effective measures.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by *Health and Labour Sciences Research Grants* in Japan.

REFERENCES

[1] Nakamura, T., Usui, S., Shinohara, K., and Kanda, K., 2004, "The Psychological Factors concerning Human Errors as the Cause of Labour Accidents in Japan," *Probabilistic Safety Assessment and Management 2004*, C.Spitzer et al., eds., Springer, Vol.1, pp.1-6

建設機械操作技能獲得過程と注視点の変化 —天井クレーン操作における注視対象—

中村 隆宏[†]

[†] (独) 労働安全衛生総合研究所 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6

E-mail: [†] nakamura@s.jniosh.go.jp

あらまし 天井クレーン操作の習熟過程における技能評価の変化と操作中の注視対象の違いについて検討した。操作習熟が順調に推移したと評価された群とそうでない群との間には、技能レベルの自己評価スコア、及び操作中の注視対象について異なる傾向が認められた。

キーワード 視覚情報、操作技能、クレーン、労働災害、安全教育

Progress of Machinery Operation Skill and Fixation — operation of crane and fixated objects —

Takahiro NAKAMURA[†]

[†] National Institute of Occupational Safety and Health 1-4-6 Umezono, Kiyose, Tokyo, 204-0024 Japan

Abstract the relation between the development of the crane operational skill and the behaviour to acquire the visual information, especially what objects were fixated, was noticed. Operational skill of students was evaluated by instructors, and eye fixation points while operating were measured.

Keyword Visual Information, Operational skill, Crane, Occupational accident, Safety education

1. はじめに

省力化・効率化を図るため、労働現場では様々な機械が導入されているが、建設作業で使用されるクレーン等の大型機械では、災害防止のために、専門知識と技能を有する有資格者にのみ操作が許されている。資格取得を希望する者はクレーン学校等で所定の教育・訓練を受けるが、受講生の年齢・経験・動機付け等の水準は様々であるため、全ての受講者の技能を一定の期間内に一定の水準にまで引き上げることは極めて困難である。すなわち、受講者の多様性は、しばしば効果的な教育と訓練の障害となってしまう。

技能獲得と視覚情報獲得の関係についてはこれまでもしばしば指摘されている。自動車の運転時や航空機の操作では、人は視覚情報に依存する割合が高いことが指摘されており (Klebersberg, 1982 ; Campbell, et al. 1991)、運転経験に基づいた有効視野の違いについて検討した例もある (Crundall, et al. 1999)。一方で、建設機械等の操作の安全性に関して視覚情報が極めて重要な役割を果たすことは容易に想像できるが、こうした建設機械の操作技能と視覚情報獲得について扱った例はほとんどない。

本研究では、天井クレーンの操作技能の発達と視覚情報獲得行動、特に注視対象の違いに注目した。操作技能の獲得が順調であった受講者の間で、視覚情報獲

得行動にも共通する傾向が認められれば、効果的な訓練手法を見出すことが出来るだろう。一方、技能獲得の進捗に何らかの問題が見られた受講者の間で、視覚情報獲得に関する共通した傾向が認められれば、訓練の改善方法を見出すことが出来るだろう。

2. クレーン操作と視覚情報

クレーンは、様々な建設機械の中でも最も操作が難しい機種の一つである。操作者は、重量物の吊上げ・吊下げの他にも横行・走行操作を行うが、これらの操作に伴ってほぼ例外なく発生する「荷振れ」を制御する必要がある。荷振れを制御し適切な空間へと荷を移動させるためには、荷振れの周期と振幅を把握・予測し、適切なタイミングで操作しなければならない。

一方、操作入力信号は電気的に変換され装置各部に伝えられるため、操作者に対する物理的なフィードバックはほとんどなく、荷の動き・機械の状態・周辺の状態を把握するには、視覚情報に頼らざるを得ない。そのため、中心視情報とともに、周辺視から得られる情報を適切に取り入れ、処理する必要があると考えられる。

3. クレーン操作時の注視対象の測定

クレーン操作時の注視対象の測定は、2005年2月か

ら4月にかけてクレーン技能教習所、並びに天井クレーン教習の受講者らの協力を得て実施された。

3.1. 被験者

測定の目的について事前に説明が行われ、測定に協力することに同意した受講者は、アイマークレコーダ(NAC EMR-8)を装着し、測定可否について判断された。アイマークが適切に表示されない場合や、キャリブレーションそのものが困難と判断された受講者の場合は、測定には参加しなかった。

最終的に、8名の受講者と1名の指導員が被験者として測定に参加した。

3.2. 測定手続き

各々の被験者は、教習カリキュラムに従い、50分間の技能訓練を7回受けた。各々の被験者を担当する指導員は、7回の操作訓練の中で、度々被験者の操作技能を評価した。評価は、その時点での技能訓練段階として標準的な技能水準にある場合を「4」、極めて低い場合には「1」、極めて高い場合を「7」として、7段階で行われた。

被験者は、7回の操作訓練の中の4回目終了後に、自らの操作技能に関する質問に回答した(操作技能自己評価:1回目)。質問は、「以下の項目についてどの程度難しい、あるいはやさしいと感じているか」を問う内容であり、項目は次の通りである。

- ① 滑らかで安定した操作
- ② 荷の振止め
- ③ 奥行き、または高さの正確な判断(荷と障害物の間の間隔など)
- ④ 定められた手順の習得
- ⑤ 周囲の安全確認
- ⑥ 天井クレーンの操作全般

回答は、「1=とても難しい」から「とてもやさしい=5」の5段階で行われた。

7回の操作訓練の後、被験者らは技能検定を受けた。検定終了後、アイマークレコーダを装着し、クレーン操作時の注視対象の測定が実施された。操作は、技能検定と同じコースを用いた同じ内容であった。各々の被験者は、アイマークレコーダのキャリブレーション後、技能検定と同様の一連の操作を2~3回繰り返した。また、測定後に、自らの操作技能に関する質問に再び回答した(操作技能自己評価:2回目)。

3.3. 操作課題内容とコース

一連の操作を行うコースを図1に示す。コースは、1周約45mの距離となるように設定されている。被験者は、操作開始地点にある荷を巻上げ操作によって約2mの高さまで吊上げ、図1に示された矢印の順序で荷を移動させる。

コースの途中には、「ポール」「バー」「壁面」の3

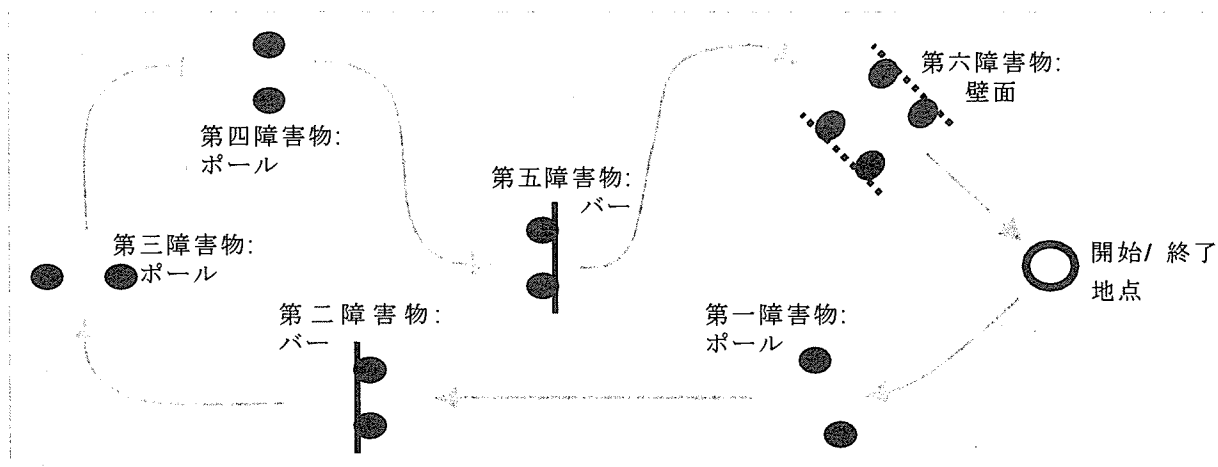


図1 操作コース図

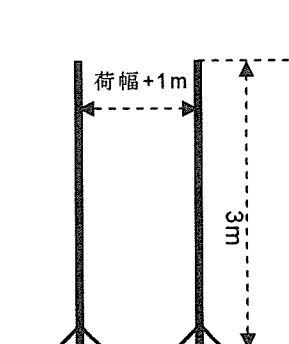


図2 ポール障害物

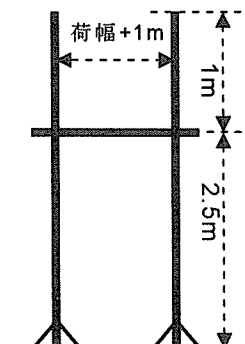


図3 バー障害物

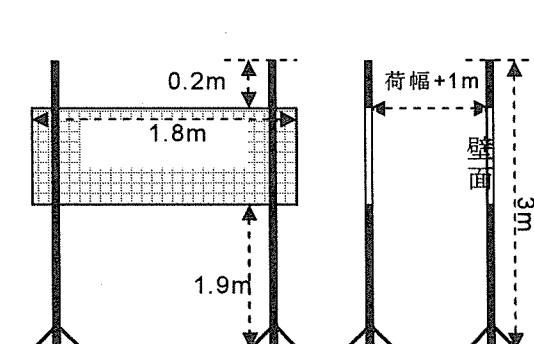


図4 壁面障害物

種類の障害物が6箇所に設置されており、これらの障害物に触れることなく、荷を通過させなければならない。それぞれの障害物について、図2~4に示す。バー障害物の場合には、バーに接触しない高さまで荷を巻上げ、通過後には荷がおよそ2mの高さになるよう巻下げ操作を行わなければならない。また、壁面障害物通過時には、走行と横行の操作を同時に行わなければならない。

コースを一周した後、終了地点のサークル内に荷が着地するように巻下げ操作を行い、一連の操作は終了する。

3.4. 注視対象の分類

運転席はクレーンガーダーの下方に取り付けられており、運転席からの視界を遮るものはほとんどない。従って、操作に関連し視覚的に認識出来る対象物の種類は数多いが、比較を容易にするため、これらの注視対象は以下のカテゴリーに分類された。

- 1) 荷
- 2) 付属物（シーブ、ワイヤ、フック、ガーダー等）
- 3) 目標物（障害物、開始/終了地点等）
- 4) 間隔情報（荷と障害物間の空間等）
- 5) 補足情報（床面のマーカー等）
- 6) その他（操作レバー、瞬目、その他の対象物等）
- 7) 飛越

3.5. 分析対象

操作中の注視点データは、デジタルビデオテープに記録された。2~3回繰り返された技能検定と同様の一連の操作の中から、キャリブレーションのズレを考慮し、1回分のデータが分析対象に選ばれた。測定に参加した被験者8名のうち2名については、いずれに回においても、実際の注視点と記録されたアイマークのズレが大きく、分析に耐えうるほどの精度が確認出来なかったため、分析対象から除外した。

記録したビデオテープ画像は一コマ（1/30秒）ずつ再生され、注視対象が判断された。2コマ以上連続して同じ箇所を注視していた場合には「停留」、2コマ未満の場合には「飛越」と判断された。また、特定の注視対象の中である箇所から別な箇所へ注視点が移動した場合には、その変化の1コマ分は「飛越」と判断された。

また、第一障害物付近から第三障害物付近までは、荷は運転席に接近し操作者の視線が下方に偏るため、アイマークは画面下方の画角外にあることが多く、注視対象を正確に判断することが困難であった。そのため、操作フェーズの中でも、第三障害物通過直前から操作終了のための巻下げ操作開始直前までを分析対象とした。

4. 結果及び考察

4.1. 指導員による技能評価

7回に渡る技能訓練の最中に指導員によって行われた7段階の技能評価の結果に基づき、被験者となった受講者のスコアを集計した。分析対象となった6名の被験者の平均スコアは、 4.1 ± 1.1 であった。

各被験者のスコアから、被験者は、各々3名からなるBA (Below Average) 群とG (Good) 群に分類された。BA群の平均スコアは 3.3 ± 0.6 であり、G群の平均スコアは 5.0 ± 0.7 であった ($t(12)=5.41, p<.001$)。

4.2. 操作技能自己評価

被験者群毎に、自らの操作技能に関する質問への回答結果（1=とても難しい~とてもやさしい=5の5段階）に関して、質問項目毎の平均スコアを集計した。図5には、訓練中期（訓練4回目終了後）の回答結果を、図6には測定終了後の回答結果を示す。

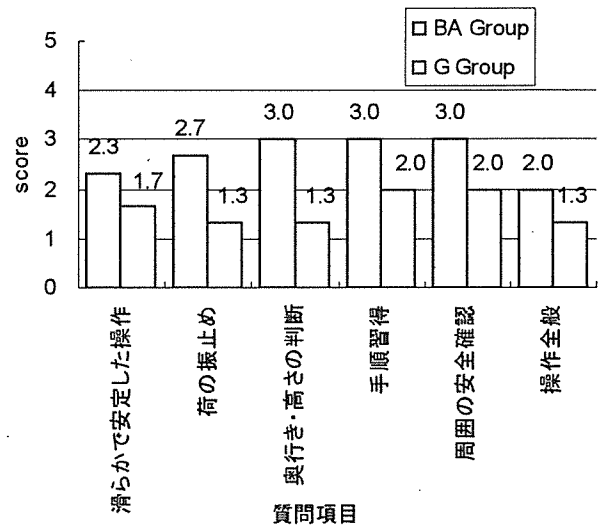


図5 操作技能自己評価:訓練中期

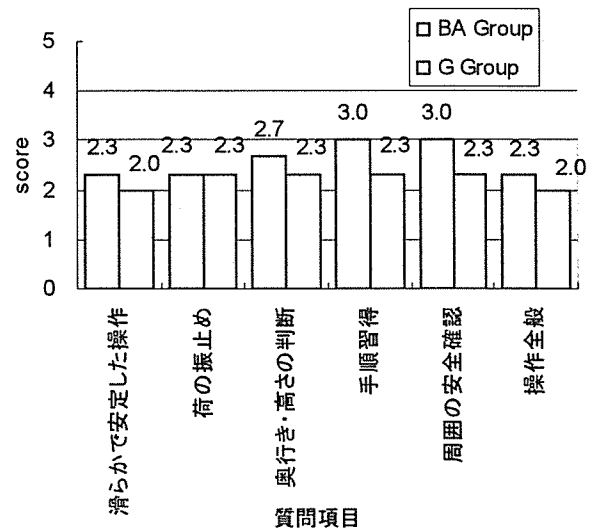


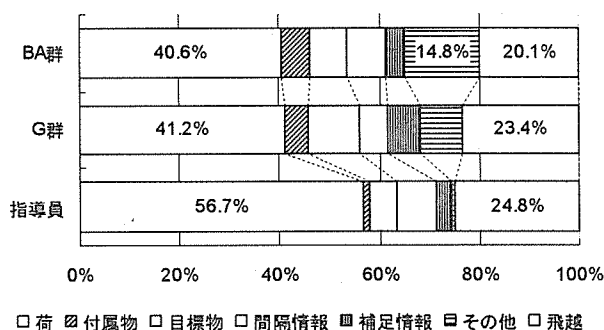
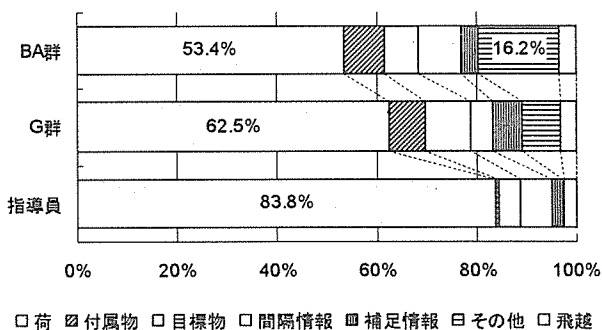
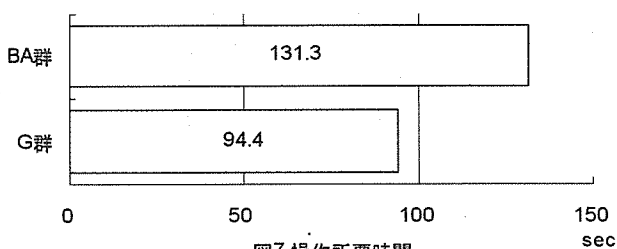
図6 操作技能自己評価:測定終了後

訓練中期と測定終了後を比較した場合、BA 群では多くの項目でスコアが下がっているのに対し、G 群では全ての項目でスコアが高くなっている点に注目したい。

訓練中期において、G 群は自らの操作技能を控えめに評価していた可能性もある。一方で、訓練の進展に応じて各被験者の操作技能はほぼ間違いなく向上しているにもかかわらず BA 群のスコアが低下している背景には、BA 群が訓練中期に自らの技能を過大評価していた可能性に加え、技能水準の自己評価を客観的に行う能力が技能の発達に影響している、とも考えられる。

4.3. 操作時間に関する比較

図 7 に、分析対象となった操作の際の、第三障害物通過直前から巻下げ操作開始直前までの操作所要時間を示す。BA 群 (131.3±22.1sec) と G 群 (94.4±11.5sec) の間には有意な差が認められた ($t(4)=3.26, p<.05$)。操作所要時間は技能水準の一つの指標となり得るが、この結果は、指導員によって行われた各被験者の技能



評価が概ね妥当であったことを裏付けるものである。同様の操作フェーズにおける指導員の場合の操作所要時間は、54.8secであった。

4.4. 注視対象に関する比較

図 7 には、各被験者群及び指導員の注視対象別注視時間を示す。図 8 には、同様に各被験者群及び指導員の注視対象別注視回数を示す。

最も割合が高かった荷に対する注視時間の割合をそれぞれの被験者群の間で比較したところ、異なる傾向が認められた ($\chi^2(2)=5.44, p<.1$)。一方、同様に、荷に対する注視回数について比較したところ、差は認められなかった ($\chi^2(2)=1.64, n.s$)。

いずれの群についても、注視時間の半分以上が荷に対して費やされており、注視回数に関してもその割合が極めて高いことに注目したい。これは、荷の動きが、クレーンの操作上極めて重要な意味を持っていることを示唆する。また、注視時間に関しては、荷に対する割合が技能水準の違いによって明らかに異なっており、指導員の場合、その 8 割以上で荷を注視していた。一方、注視回数については、飛越に分類されている割合が注視時間の場合よりも高くなっている。これは、分析の際の飛越の分類方法に影響されたものであろう。すなわち、注視時間としてはごく限られた対象 (= 荷) を注視している割合が高いものの、注視点の移動については、他の対象に注視点移動することがあってもすぐに荷に戻り、かつ単独の対象、多くは「荷」という対象の範囲内で、注視点の移動が頻繁に行われていることを示すものである。

5. 論議

クレーン操作中の注視対象について分析した結果、注視時間の多くが「荷」に対して費やされる一方で、注視回数については飛越の割合が高いことが明らかとなった。技能レベルによってその傾向が異なることから、技能向上に伴い周辺視情報の利用可能性に違いが生じることが示唆される。すなわち、技能レベルによって最も重要となる対象を注視する必要性は変わらないものの、技能向上に伴いその対象の範囲内で、もしくは近辺に注視点を移動させる程度で、必要となる周辺視情報を処理出来ていることを反映していると考えられる。

参 考 文 献

- [1] Klebelsberg, D.: Verkehrspsychologie, Springer-Verlag, 1982
- [2] Campbell, R.D. & Bagshaw, M.: Human Performance and Limitations in Aviation, Blackwell Science, 1991
- [3] Crundall, D., Underwood, G., & Chapman, P.: Driving experience and the functional field of view, Perception, vol. 28, 1075-1087, 1999

26th International Congress of Applied Psychology (in Abstracts CD)

A study of university accidents with emphasis on human factors

Tachikake T. *1, Yamamoto H. 1, Usui S. 2

1. Department for the Administration of Safety and Hygiene, Osaka University, Osaka, Japan. 2. Graduate school of Human Sciences, Osaka University, Osaka, Japan

In this study, university accidents were investigated systematically and classified to investigate their tendency and background factors. Universities provide environments for various kinds of advanced studies and education for members including students who may not have enough experience or knowledge. However, in Japan, most university accidents have not been reported publicly and could not be investigated from a psychological side, despite the fact that many cases have occurred. Results demonstrated that accidents tended to occur in experiments and could be divided into two groups. Many cases had individual factors (e.g. movement, skill), but some involved interactive factors (e.g. wrong impression, communication discrepancy). The latter cases are likely to lead to serious accidents. In particular, differences in experience and knowledge among staff members and students were named as causes in actual cases. Measuring the differences in safety attitudes among them will probably help to clarify the process of accidents. Securing safety in university education and study was subsequently discussed based on the findings.

26th International Congress of Applied Psychology (in Abstracts CD)

A study on the effectiveness of safety education in nursing: Results of questionnaire survey

Usui S. *1, Wada K. 2, Tachikake T. 1 and Aoki Y. 3

1. Graduate school of Human Sciences, Osaka University, Osaka, Japan. 2. Department of Early Childhood Education, Heian Jogakuin (St. Agnes') College, Osaka, Japan. 3. Jujo Rehabilitation Hospital, Kyoto, Japan

This study conducted safety education for newly employed nurses by focusing on human factors. The effectiveness of safety education in nursing was discussed by comparing questionnaire survey results that were conducted before and after the education. In this survey, the newly employed nurses were divided into two groups; those receiving education (29 members in training group) and those not receiving education (34 members in control group), who later received the safety education three times with emphasis on human factors for two hours once a week. Analysis results indicated no statistically significant difference among the training group members regarding attitude for safety education and activity, but the assessment score was raised in seven of nine items. In addition, the training group scores increased significantly for questions identifying causes of incidents after the education, and the results were maintained three months later.