

厚生労働科学研究費補助金
労働安全衛生総合研究事業

リスクマネジメント教育の有効性評価に関する 総合的研究

平成19年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 白井 伸之介

平成20(2008)年 3月

目 次

I. 総括研究報告	
リスクマネジメント教育の有効性評価に関する総合的研究 -----	1
臼井 伸之介	
II. 分担研究報告	
1. 中断により誘発されるエラー体験プログラムのシステム適用-----	7
太刀掛 俊之	
臼井 伸之介	
篠原 一光	
2. 変化の見落としと注意の偏りを誘発するエラー体験プログラムの有効性 評価 -----	19
神田 幸治	
宇佐美 昌孝	
3. 課題遂行コストの効果を利用した違反行動誘発プログラムの概要-----	53
和田 一成	
臼井 伸之介	
太刀掛 俊之	
4. 日常的注意経験質問紙の診断化に向けて－32項目版日常的注意経験質問紙 の作成と妥当性の検討－ -----	59
篠原 一光	
山田 尚子	
5. 不安全行動誘発・体験システムにおける災害事例の展開例 -----	67
中村 隆宏	
6. 違反発生に影響するリスク要因と二種の時間的なコスト要因に関する実験 的検討-----	73
村上 幸史	
和田 一成	
臼井 伸之介	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表-----	83
IV. 研究成果の刊行物・別刷-----	85

リスクマネジメント教育の有効性評価に関する総合的研究

平成19年度 研究組織

主任研究者

臼井 伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科 教授

分担研究者

篠原 一光 大阪大学大学院人間科学研究科 准教授

山田 尚子 甲南女子大学人間科学部 准教授

神田 幸治 名古屋工業大学大学院工学研究科 准教授

中村 隆宏 独立行政法人労働安全衛生総合研究所 主任研究員

和田 一成 平安女学院大学短期大学部 専任講師

村上 幸史 神戸山手大学人文学部 准教授

太刀掛 俊之 大阪大学安全衛生管理部 助教

研究協力者

福井 貴宏 名古屋工業大学大学院工学研究科
(現) 松下電工株式会社 照明事業本部

松本 友一郎 大阪大学大学院人間科学研究科 博士後期課程2年

安達 悠子 大阪大学大学院人間科学研究科 博士前期課程2年

青木 喜子 十条リハビリテーション病院 看護部顧問

宇佐美 昌孝 名古屋工業大学工学部 学部4年

I. 総括研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）

リスクマネジメント教育の有効性評価に関する総合的研究

主任研究者 臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科 教授

本研究は臼井・篠原・神田・中村・太刀掛(2005)が提案した不安全行動誘発・体験システムに関して、各コンテンツの妥当性検討、具体的手続きの見直し、ユーザビリティ評価、結果のフィードバックのためのデータ蓄積などを目的として、実験、調査を行った。その結果、研究成果物として、「エラー体験プログラム」と命名されるソフトウェアを開発した。本ソフトはメニュー画面から「中断体験」「注意の偏り体験」「違反体験」の3つの体験コースと体験者の「注意・失敗傾向」を診断するコースから構成されている。各コースの体験後は、その要因の問題性についての解説及び現実が発生した災害・トラブル事例が提示され、体験者は不安全行動に関する認識をさらに深めることができるように作成されている。本ソフトウェアを使用したリスク教育の有効性評価及びシステムのさらなる改善が今後の課題である。

主任研究者

臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科・教授

分担研究者

篠原 一光 大阪大学大学院人間科学研究科・准教授

山田 尚子 甲南女子大学人間科学部・准教授

神田 幸治 名古屋工業大学大学院工学研究科・准教授

中村 隆宏 独立行政法人労働安全衛生総合研究所・主任研究員

和田 一成 平安女学院大学短期大学部・専任講師

村上 幸史 神戸山手大学人文学部・准教授

太刀掛俊之 大阪大学安全衛生管理部・助教

研究協力者

松本友一郎 大阪大学大学院人間科学研究科 博士後期課程2年

安達 悠子 大阪大学大学院人間科学研究科 博士前期課程1年

宇佐美昌孝 名古屋工業大学工学部4年
青木 喜子 十条リハビリテーション病院 看護部顧問

1. 研究目的

労働災害を防止するためにはヒューマンファクターへの対策を構築することが危急の課題となっている。しかし人間はエラーをおかすものという見解が今日広く認識され、その観点からの安全教育が徹底されているにもかかわらず、ヒューマンファクターに起因する類似の労働災害が繰り返されていることも事実であり、ここに新たな視点からの対応策を考慮する必要がある。また安全教育や安全活動などさまざまなリスクマネジメント教育が現在、各産業界で積極的に実施されている一方で、その有効性についての実証的研究はこれまできわめて少なく、その効果を測る統一的な指標、尺度も未だ確立されていないのが現状である。

臼井ら(2005)¹⁾はリスク教育を効果的に実施するツールとして、不安全行動誘発・体験システムを提案した。このシステムとは、不

安全行動を誘発する事態を実験的にシミュレートし、作業員の不安全行動をパーソナルコンピュータベースの比較的簡便な設備を用いて自ら体験させる、すなわち人間はどのような事態でどのような心理的状况になりエラーをおかすのかを観念としてではなく経験として体験可能とする教育システムである。

このシステムでは不安全行動の体験として「作業の中断」「注意の偏り」「違反生起」の3テーマと、体験者の注意・失敗傾向を測る「日常的注意経験」という4つのコンテンツにより構成されていた。研究の最終年度である本年度は、さらに実験、調査を重ね、不安全行動の体験というシステムの妥当性検討（エラーが誘発されるか、体感されるか、問題性が認識されるか等）や具体的手続きの見直し、ユーザビリティ評価、体験者へのフィードバックのためのデータ蓄積、フィードバックする内容として効果的な事象事例の選定などを図る。そして個人が無理なく不安全行動を体験し、その危険性を容易に理解可能とする体験プログラムソフトの完成を目指す。さらにその体験システムの教育的効果を確認するため、研究を実施した。

2. 研究方法

次のA～Fの6グループにより、以下の方法によって研究が実施された。

A. 中断により誘発されるエラー体験プログラムのシステム適用

太刀掛・臼井・篠原(2005)²⁾によって開発された中断によるエラー誘発課題をベースに、作業課題の学習及びエラー発生頻度に改良を加え、エラー体験として妥当性のあるプログラム課題へと展開させた。具体的には、学習負荷を低減させるため、プログラム課題の記憶負荷を低減させること、また中断の発生を予め伝える条件と伝えない条件を設定し、予期と中断エラー発生との関係を検討した。実験参加者は大学生34名であった。

B. 変化の見落としと注意の偏りを誘発するエラー体験プログラムの有効性評価

ヒューマンエラーの発生要因である注意

の偏り及び意識的注意の問題を体感させるエラー体験プログラムの仕様概要を実験的に検討した。実験では、本プログラムの体験により、作成者のねらいとする注意特性やプログラムの目的が理解されたかを質問紙で調査した。さらに実験参加者をプログラム体験群と未体験群に分け、前者には体験プログラム、後者にはディスプレイ上に提示される絵画鑑賞を課し、両群ともその前後に顕在的安全態度、潜在的安全態度等の態度測定質問紙調査を実施することにより、プログラムの教育的有効性を検討した。実験参加者は大学生34名であった。

C. 課題遂行コストの効果を利用した違反行動誘発プログラムの概要

和田・臼井(2005)³⁾で得られた知見に基づき、不安全行動誘発・体験システムのコンテンツとしての違反行動誘発プログラムの見直しを図った。

D. 日常的注意経験質問紙の診断化に向けて

昨年度、一昨年度の研究を踏まえて、体験者の注意傾向、失敗傾向を自動的に診断できるシステム作りを目指した。本年度は不安全行動体験システムの一部として、日常的注意経験質問紙と失敗傾向質問紙を組み込み、提示された質問項目への回答内容に基づいて自動的に尺度得点を算出する機能をプログラムに実装した。

E. 不安全行動誘発・体験システムにおける災害事例の展開例

不安全行動誘発・体験システムでは体験後に類似の要因で生じた具体的災害事例を提示して、その危険性理解の促進を図るが、その理解を効果的に支援するにはいかなる事例、手順、シナリオ等が有効であるかについて検討した。

F. 違反発生に影響するリスク要因と二種の時間的なコスト要因に関する実験的検討

村上(2006)⁴⁾と同じく、パーソナルコンピュータ上で動作する知覚判断プログラム課題を用いて、待機時間に相当するコスト要因と作業のやり直しというリスク要因がどのように違反行動生起に関連するののかについて実験的に検討した。本年度は、主課題にかか

る心的負担を増加させることにより、省略によるやり直しというリスク要因の大きさを増大させた。実験の参加者は大学生 24 名であった。

倫理面への配慮

本研究では人間を対象に実験および調査を実施しているが、その際は参加者の人権と尊厳を護るべく最大限の注意と努力を払い、実験では心的・身体的苦痛が発生する可能性のないように、実験の設定において注意深く配慮した。また研究の目的、実験の内容について可能な限り説明し、理解を求めた。

質問紙調査の実施においては、回答者が特定されないように、またデータが漏洩しないように質問紙の管理は十分にし、また分析結果の記述においても、その所属部署名等を伏せるなど匿名性には十分配慮した。

3. 結果の概要

A～Fの各グループにより、以下のような成果を得た。

A. 中断により誘発されるエラー体験プログラムのシステム適用

予期のない中断条件（中断の挿入を予め知らされていない条件）では、予期のある中断条件と比較して、中断課題そのもの、また中断課題以降の作業パフォーマンスが低下すること（課題遂行時間及びエラー発生率の増大）が明らかとなった。そこで体験プログラムでは、予期しない状況での中断経験とその解説を加えることで、体験者には中断による悪影響が一層理解されると考えられた。

B. 変化の見落としと注意の偏り現象を再現する新たなエラー体験システムの構築と有効性評価

change blindness 課題とメーター課題で構成される体験プログラムに関して、リスク教育としての有効性を検討した結果、プログラム体験者は、未体験者と比較して、潜在的な安全態度には違いが見られないが、顕在的な安全態度は向上することがわかった。また体験者によるプログラムの直接的評価から、体験プログラムは注意特性の基本的理解の促進

には有効であり、当プログラムがリスク教育の具体的啓発ツールとして利用可能であることが示された。

C. 課題コストの効果を利用した違反行動誘発プログラムの開発

プログラムは課題の紹介、例題、練習、本試行、結果表示、解説の5段階で構成することとした。課題内容は3つの例題により説明され、課題の概略（例題1）、その繰り返し（例題2）、確認段階の遅延提示の説明（例題3）と段階的に課題の理解を深めるように工夫された。その後本試行として、1ブロック24試行が2回繰り返され、終了後の結果表示では、違反回数、違反率、確認時間の3種類の実験結果と、すでに多数のデータ収集で得られている一般の結果が対比され提示された。最後に課題そのものの目的と、体験した違反行動発生の際の心理的側面についての理解を深めるような解説文が順次提示されるように設定した。

D. 日常的注意経験質問紙の診断化に向けて

日常的注意経験質問紙と失敗傾向質問紙を体験システムに組み込み、質問と回答をすべてコンピュータ上で行い、集計・結果の解釈を自動的に算出し、その内容をコンピュータ上でフィードバックする一連のプログラムを作成した。フィードバックのコメントは日常的注意経験質問紙では、測定する注意因子（注意集中能力、認知制御能力、注意転導の起こりやすさ、ながら作業を好む）ごとに、また失敗傾向質問紙では、「うっかりぼんやり」「あわて・無計画」「緊張・あがり」の因子ごとに高得点域、平均域、低得点域の3段階に分け、それぞれに対応するフィードバック文を作成した。

E. 体験型・体感型労働安全教育と災害事例の展開

体験プログラムのコンテンツである作業中断、注意の偏り、違反行動のそれぞれの体験後に提示する2つの災害事例の選定と、その提示シナリオを作成した。シナリオでは、①テーマとなる危険源を含んだ事例の発生経緯説明、②危険予測対象の問いかけ、③災害事例の内容、④問題点の説明と体験者への

発展的問いかけの4段階に分けられた。また提示災害事例の内容補足と理解促進のため、それぞれイラストを挿入した。

F. 違反発生に影響するリスク要因と二種の時間的なコスト要因に関する実験的検討

実験の結果、パソコンを用いた主課題の作業の負担を増大させ、被験者間計画でリスク要因についても比較したところ、やり直しのリスクが大きくなるほど、確認行動を行う比率が増加するというリスクの大きさによる影響が見られた。さらにこの傾向は自主的に省略できる時間が短い条件の方が、確認行動を行う割合が多いという点でも見られた。

全体的な結果として、時間経過とともに実験参加者はリスクが生起する可能性を低く見積もり、結果的に確認行動を行う割合が減少することが示された。以上のことから、リスクとコストのバランスが違反行動の生起に関連するが、時間とともにコストの影響力が大きくなることが示唆された。

4. 結論

本研究では、臼井らが提案した不安全行動誘発・体験システムのコンテンツ内容に関して引き続き実験、調査を重ね、不安全行動の誘発・体験システムとしての妥当性、体験手続きの見直し、ユーザビリティ評価、フィードバックのためのデータ蓄積等を検討した。その結果、研究の成果物として、以下に示す「エラー体験プログラム」と命名されるソフトウェアを開発した。なおプログラムはなるべく特定の環境に依存せず利用可能できるものとするため Macromedia Flash を用いた（ソフトが収録されたCDを本報告書の巻末に添付した）。

プログラムの概要は以下の通りである。まず氏名、ID等ユーザを特定するためのデータを入力した後、トップメニュー画面に移る（Fig. 1 参照）。メニュー画面では、3つの体験コンテンツおよび注意・失敗傾向を診断出来るコースの4つの選択肢が提示され、選択されるとクリックマークが付与され、それにより再度別コースを試みる際には、選択済みのコースがわかるように作成されている。

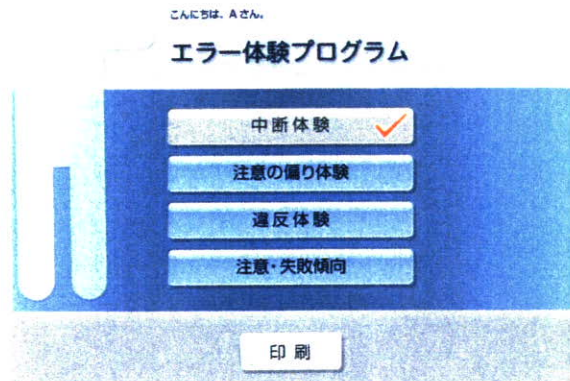


Fig. 1 トップメニュー画面



Fig. 2 注意の偏り体験の一場面

トップ > 違反体験

		あなたの成績	一般的な成績
1ブロック目 (5秒遅延)	違反回数	9回	9.91回
	違反率	75%	76.6%
	確認時間	1.533秒	1.324秒
2ブロック目 (2秒遅延)	違反回数	9回	9.91回
	違反率	75%	76.6%
	確認時間	1.533秒	1.324秒

解説

Fig. 3 成績提示の一場面（違反体験）

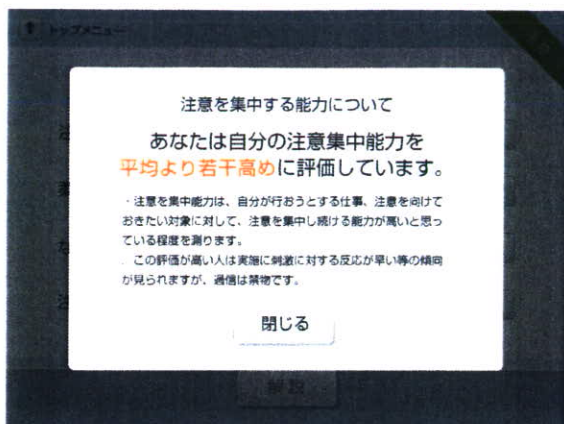


Fig. 4 注意傾向の診断結果の一例

メニューの選択後は各コースの体験手続きに入るが、そこではおおよそ説明、練習、体験、結果提示、解説の各フェーズに分けられる。Fig. 2は注意の偏りコースの体験試行の1場面を、Fig. 3は違反行動体験コースの結果提示場面を示している。結果の提示では、体験者自身の結果と、すでに取得している多数データの平均値を対比して提示し、体験者の結果の傾向を知る手がかりとしている。その後は解説フェーズへと移り、体験したコースの要因の問題性について理解を深めるための解説が提示される。

さらに3つのコースのそれぞれの解説の後には、体験した要因から実際に発生した災害・トラブル事例が画面提示されるボタンが用意され、その内容把握により、体験者は現実場面との関連性を知ることが出来る。

また注意・失敗傾向のコースに関しては、注意・失敗いずれかのメニューを選択後、質問項目が画面提示され、体験者は画面提示されるボタンで回答を入力する。最終的にはこれまで蓄積された全体データとの比較から、体験者の特徴等が具体的診断結果として提示される (Fig. 4 参照)。

今回の研究から、開発した体験システムの各コンテンツに関して、特に作業の中断および違反行動が、看護師を対象としたリスク教育に有効であることが確認されている。また注意の偏り経験プログラムが頭在的安全態度をプラスに変容させることや注意特性の基本的理解に有効であることも見出されて

いる。今後は本プログラムソフトを用いたリスク教育が個人の安全性向上にいかにかに寄与するかその有効性評価を検討し、システムのさらなる改善を進める必要がある。また本プログラムは個人ベースで利用可能なように製作されているが、要因の問題性をグループで討議する等、集団ベースで実施する手順マニュアル等の作成も今後の課題である。

5. 健康危険情報

特に健康に危険を及ぼすようなことはなかった。

6. 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

特になし。

7. 参考文献

- 1) 臼井伸之介・篠原一光・神田幸治・中村隆宏・太刀掛俊之 2005 不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業 平成 14～16 年度総合研究報告書, 1-227.
- 2) 太刀掛俊之・臼井伸之介・篠原一光 2005 外乱により誘発されるエラー発生メカニズム解明と体験システム構築に関する研究, 「不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究」, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 16 年度総括・分担研究報告書 (主任研究者 臼井伸之介), 9-38.
- 3) 和田一成・臼井伸之介 2005 違反行動の生起におけるコスト要因とリスク要因の影響についての実験心理学的研究 「不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究」, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業 平成 14～16 年度総合研究報告書 (主任研究者 臼井伸之介), 81-101.
- 4) 村上幸史・和田一成・臼井伸之介 2006 違反行動の生起におけるコスト要因とリスク要因の影響についての実験, 「リ

スクマネジメント教育の有効性評価に関する総合的研究」, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業 平成 17 年度総括・分担研究報告書 (主任研究者 臼井伸之介), 41-52.

Ⅱ. 分担研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）

1. 中断により誘発されるエラー体験プログラムのシステム適用

分担研究者 太刀掛俊之 大阪大学安全衛生管理部 助教
主任研究者 臼井伸之介 大阪大学大学院人間科学研究科 教授
分担研究者 篠原一光 大阪大学大学院人間科学研究科 准教授

作業系列の遂行中に中断が入ることによりエラーが誘発される現象は、任意の実験条件において明らかにされている。この現象は、実際場面においても少なからず経験されるものであり、事故発生の要因のひとつに挙げられる。本研究で展開されるリスクマネジメント教育において、このような現象を例に挙げて、実際にエラーを体験することは、人間がもつ認知的特性の理解を促進し、事故予防の一助になるものと考えられる。しかしながら、中断エラーを体験することは、実際場面のみならず任意の実験条件においても、生起頻度が少ないといった点から非常に難しい。本研究では、中断の頻度及びタイミングといった心理学的側面、及び実際の展開に即したインターフェイスなどの諸要素を考慮して、中断エラー体験プログラムの検証をあらためて行うとともに、そのシステム適用について説明した。

1. 研究目的

作業系列の遂行中に中断が入ることによりエラーが誘発される現象は、任意の実験条件において明らかにされている。この現象は、実際場面においても少なからず経験されるものであり、事故発生の要因のひとつに挙げられる。平成16年度厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業・総合研究報告書『不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究（主任研究者：臼井伸之介）』においては、『外乱により誘発されるエラー発生メカニズムの解明と体験システム構築に関する研究』として、特に上記のエラーに関する発生メカニズムに焦点をあてた実験を遂行した¹⁾。

本研究では、第1に、作業系列の遂行中に中断が入ることにより誘発されるエラーに焦点を当てて、エラー体験プログラム構築における課題点を示す。また、新たに実

施された研究の成果をもとに、中断エラー体験プログラムの有効性を検証する。続いて第2に、すでに得られた知見を基に構築された中断エラー体験プログラムのシステム適用について説明する。

2. 中断エラー体験プログラムの検討

ここでは、中断により誘発されるエラーの生起に注目した太刀掛・臼井・篠原(2005)の実験プログラムから、注意や認知などのレベルにおいて、危険予知訓練などと併せて、事故発生における心理的要因が体験可能な手法を構築する際の問題点を検討する。さらに、問題点の解決を目指した体験プログラムを遂行し、それらの実験結果から有効性・妥当性を検証する。

2. 1 従来型実験プログラム

太刀掛ら(2005)は、仁平ら(2002)ら²⁾が用いた実験的方法である T-STEP

(Tohoku-Sequential Task for Error Probing)と呼ばれる、コンピュータディスプレイ上の単純な連続作業を参考に、新たな実験方法を構築したうえで、作業中断のタイミングと中断そのものの種類に関する実験上の統制を明確にし、作業課題の中断終了後にエラーが増加する現象の背後に潜むメカニズムを検討した。これは、産業場面および日常生活場面において、ある作業系列の遂行途中に、作業系列とは別の作業を遂行した場合、元の作業系列に復帰しようとしても、作業系列のどの部分から再開すればよいかわからなくなったり、行うべき作業系列の一部を飛ばして作業を再開したりする現象に注目したものである。なお、実験方法は次のようなものであった。

まず、6つの刺激弁別課題から構成される作業系列のルールを記憶する。また、中断のタイミングを統制するとともに、中断のための外乱タスクとして、作業系列に含まれる弁別課題を使用し、3つの条件を設定した。学習段階として、はじめに、6つの弁別課題から構成される一定の作業系列の学習を行う (Figure 1)。また、実験段階として、作業系列を安定して遂行できるようになった段階で実験を行い、作業系列の途中ステップで中断のための作業課題 (外乱タスク) を付加する (Figure 2)。このように、ある作業系列の遂行途中に、作業系列とは別の作業を遂行させることにより、本来の作業系列に復帰したときに、作業系列のどこで、どのようなエラーが発生するかが分析された。以上の手続きから、外乱タスクが侵入した場合にエラー発生が増加するメカニズムについて、実際のエラー発生率に加えて、各弁別課題の遂行にかかる時間を分析することにより、検証を進めた。次に、実験の詳細な手続きを参考までに述べる。



Figure 1 通常の作業系列

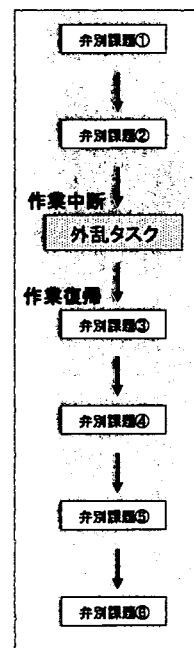


Figure 2 中断がある場合の作業系列

実験では、コンピュータディスプレイ中央に表示された文字刺激が、あらかじめ決められたルールに従って表示されているかどうかを弁別反応した (Figure 3)。1つの試行は、6つの弁別課題から構成された。1つの弁別課題ごとに、1つの文字刺激が提示され、あらかじめ記憶していた判断ルールに従って、文字刺激が正しく表示されているかどうかを、なるべく速く正確に弁別反応を行った。提示された刺激に対する弁別反応を遂行した時点で、次の刺激が提示されたが、反応がない場合には、刺激の提示時間は5秒を限度として、次の刺激を提示した。6つの弁別課題を順次遂行する途中に、中断がある場合があり、統制条件 (中断がない場合) と外乱条件 (中断がある場合) によって構成された。

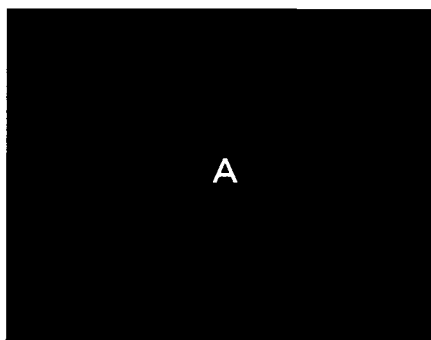


Figure 3 弁別刺激の呈示例

各文字刺激については、“0”、“O”、“1”、“I”を除く、数字もしくはアルファベット大文字であり、色の属性は赤色、白色、青色のいずれかであった。ディスプレイ中央に提示される文字刺激までの焦点距離は約50cmであり、視角は約1.2°であった。なお、1番目および2番目の刺激は、数字のみが提示された以外は、文字刺激はランダムに提示された。1試行における6タスクにおいて、正しい判断を行った場合の、判断ルールに従った提示確率は50%であった。

判断ルールとは、1番目に提示された刺激：偶数、以下2番目：奇数、3番目：アルファベット、4番目：数字、5番目：赤色、

6番目：青色であり、提示された刺激が判断ルールに合致している場合には右手人差し指で“O”ボタンを、ルールにあっていない場合には右手中指で“X”ボタンをなるべく早く押すというものであった。“O”ボタンはキーボード上のテンキーの1を、“X”ボタンはテンキーの2に対応していた。

統制条件においては、1つの試行は、6つの弁別課題から構成され、1つの弁別課題ごとに、1つの文字刺激が提示されるので、あらかじめ記憶していた判断ルールに従って、文字刺激が正しく提示されているかどうかを、なるべく速く正確に弁別反応を行った。一方、外乱条件においては、統制条件と同様に、あらかじめ記憶していた判断ルールに従って、文字刺激が正しく提示されているかどうかを、なるべく速く正確に弁別反応を行った。ただし、試行の途中に、中断がはさまれることがあった。中断のための外乱タスクが侵入する時には、予告としてディスプレイ中央に黄色の枠、および通常的判断ルールとは異なる判断基準が1秒間出現した後、文字刺激が提示された (Figure 4)。つまり、通常的判断ルールとは異なる判断基準に従って、文字刺激を判断し、その後は、従来の作業系列に復帰して作業課題を遂行するといったものであった。なお、中断が入る試行は全体の試行数の10%であった。実験終了後に実験協力者に対して、実際のパフォーマンスに対する評価を実施し、評価と実際のパフォーマンスとの関係を明らかにすることを試みた。

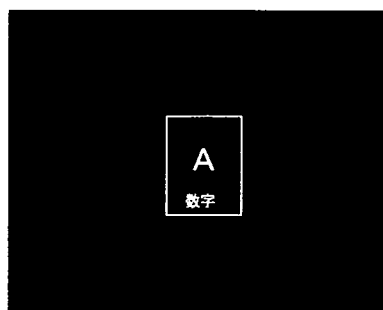


Figure 4 中断のための外乱タスク呈示例

実験の手続きについては、本実験に関する承諾書を記入し、教示の説明後、練習試行 30 試行を実施した。ただし、データを確認し、記憶間違いが認められたり、被験者の記憶が曖昧であったりする場合には、30 試行を追加した。その後、統制条件の 30 試行を実施した。外乱条件について、中断についてのデモンストレーションした後、120 試行を 60 試行ずつのセッションに分けて実施した。最後に、パフォーマンスに係る質問紙に従って内観を得て、実験協力者に謝礼を支払う、といった流れであり、合計の所要時間は平均して約 1 時間となった。

2. 2 従来型実験プログラムからの知見

これらのプログラム仕様に従った実験によって得られた知見は以下の 3 点であった。

第 1 に、エラー発生メカニズムについて、幾つかの仮説があり、一つの仮説による説明だけでは不足することが示されている。そのため、中断の頻度とタイミングを操作して、エラー発生メカニズムについての説明を試みたが、エラーの発生総数が少ないという問題点から困難であり、中断の頻度とタイミングを再度吟味したうえで、さらなる検討が必要であった。

しかしながら、第 2 に、中断のための作業課題（外乱タスク）が侵入することにより、中断終了後の作業系列でエラー発生率が上昇することが明らかとなった。特に、外乱タスクの種類により、エラー誘発のメカニズムは異なる点が検証された。作業系列の中で、将来遂行すべきタスクが侵入する場合には、外乱タスク以降の作業系列で、作業が進行するにつれてパフォーマンスが回復する傾向は認められず、外乱タスク以降の作業系列でパフォーマンスが一様に変化するわけではないことが示された。実際場面において作業を遂行する際には、現在のタスク遂行とともに、ある程度先に行うべきタスクに関するモニターが行われていると考えられる。そのため、将来行うべきタスクが外乱タスクとして侵入することにより、ある程度先に行うべきタスクがす

に実行され、モニター機能が低下するものと推測された。

また、第 3 に、実験実施後のパフォーマンス評価は、実際のパフォーマンスをある程度反映していることが示された。エラーの体験はある程度自覚できるものと捉えられ、体験プログラムの構築においては、エラーが自覚できる場合と、できない場合の教育方法について考慮する必要性が指摘された。

2. 3 体験プログラムとしての課題

先に紹介した従来型実験プログラムの一部は、看護場面における新人安全教育の一環として、すでに実施されている。新人安全教育は、約 25 名を対象に、講義とディスカッション形式により計 4 回に渡るものであった。そのうち、業務で経験されるヒューマンエラーについてグループに分かれてディスカッションを行う際に、各グループの代表者がプログラムの一部を体験することで、ディスカッションのきっかけを提供する試みを行った。ここでは、以上の試みを考慮しながら、体験プログラムの課題について検討する。

A. 作業課題の学習

例えば、従来型実験プログラムにおいては、提示された文字刺激を弁別するための判断ルールを記憶する必要がある。そのため、記憶が曖昧な場合には、弁別課題を行う作業系列を中断した際のエラーは増加することになる。体験者にとって、エラーが増加する理由が、中断ではなく、むしろ記憶負荷が高いためであると捉えられることはエラー体験の本来の目的に沿わない。それゆえ、作業課題の学習段階を得ることなく、すでに獲得されたスキーマに基づく課題を利用して、作業の中断に伴うエラーを体験することが求められる。つまり、学習段階に要する時間を短縮することで実施の簡便性を確保することが重要になる。

B. エラーの発生頻度

実験事態における中断を起因とするエラ

一の発生頻度は、1～5%程度であり、頻度が大きいとはいえない。そのため、試行数を多く設定し、ランダムに中断を発生させることによって、エラー発生総数を増加させることが必要となった。しかしながら、ある程度の数のエラーを収集するまでの所要時間が大きくなること、また、プログラム実施が長時間に渡り、体験者が目的を理解してしまう可能性が大きいことから、試行数については検討の余地がある。

C. 従属変数

実験事態においては、エラーの発生メカニズムに焦点をあてるため、従属変数として、エラーの発生数や発生頻度と同様に、作業課題に係る反応時間が、メカニズムの解明に重要な役割を果たした。しかしながら、一般的にエラーを体験する者にとって、ミリ秒単位の相違をフィードバックすることが、エラー発生心理的要因についての理解を促すかどうかは明らかではない。そこで反応時間については、エラーの発生数や発生頻度が小さい場合の補足データとして利用されるものと位置づけ、また反応時間を利用する場合には、反応時間を測定する意味づけについて説明をする必要がある。

D. 課題遂行の評価

太刀掛ら（2005）がすでに指摘しているように、課題遂行の評価から、中断に起因するエラーの体験は、ある程度自覚できるものと考えられるが、エラーが発生しているにも関わらず、体験者に認知されていない場合や、エラー発生メカニズムなどを、体験プログラムを介してどのように提供するかについて、他のエラー体験プログラムや注意機能の評価等との整合性を図る必要がある。

E. 作業課題への親近性

作業課題の学習と同様に、エラー体験プログラムを作成する際に最も重要な点は、作業課題への親しみやすさ、つまり親近性である。従来型プログラムのような刺激弁別などの抽象的な課題よりも、日常生活に

おける作業場面などにおいて、すでに獲得されたスキーマに基づく作業課題を用いることが、エラー体験の親しみやすさや、すでに指摘した所要時間の問題を解決するものと考えられる。ただし、課題への親近性に係わらず、中断を起因とするエラーの発生頻度や発生総数については、B. エラーの発生頻度ですでに述べたとおり、引き続き注目する必要がある。

以上のとおり、作業課題の学習、エラーの発生頻度、従属変数、課題遂行の評価作業課題の親近性の観点から、体験プログラムの要件は、次のとおりまとめられる。つまり、体験プログラムは、連続して呈示される刺激の弁別反応といった方法よりも、できれば作業課題の学習段階を経ず、親近性を考慮して、すでに獲得されたスキーマに基づく作業課題を利用したものであることが求められる。ただし、中断に起因するエラーの発生数や発生頻度は小さいと予想されることから、所要時間を考慮して、それらの変数を補足する位置づけとして反応時間の意義を説明しフィードバックすること、さらに、中断に起因するエラーの体験は、ある程度自覚できるものと推測されるが、エラーの自覚がない場合を考慮して、他のエラー体験プログラム等との整合性を図りながら現象の解説を加えることが望まれる。

2. 4 体験プログラムの再検証

挙げられた課題のうち、特に、A. 作業課題の学習、及び、B. エラーの発生頻度について改良を加え、体験プログラムへ展開するため、従来型実験プログラムの検討をさらに進めることとした。

概要：本体験プログラムでは、従来型実験プログラムをベースとして、学習負荷を低減させるため、4つの刺激弁別課題から構成される作業系列のルールを記憶する。また、中断のタイミングを統制するとともに、中断タスクとして、従来型実験プログラムと同様に、作業系列に含まれる弁別課題を

使用した。学習段階として、はじめに、4つの弁別課題から構成される一定の作業系列の学習を行う（1セッション目）。次に、作業系列の途中ステップで中断のための作業課題（中断タスク）を付加した課題を行う（2セッション目）。さらに、中断のための作業課題は入らないと教示するものの、実際には中断のための作業課題が1度だけ生起する課題を行う（3セッション目）。2セッション目と3セッション目を比較した場合、前者が予期される中断であるのに対して、後者は予期されない中断であることから、中断直後の作業系列に関するパフォーマンスが低下すると予想される。それゆえ、作業系列の遂行途中に、作業系列とは別の作業を遂行させることにより、本来の作業系列に復帰したときに、エラーの発生頻度に変化が認められるか否かを分析した。

手続き詳細：体験プログラムでは、従来型実験プログラムと同様に、コンピュータディスプレイ中央に表示された文字刺激が、あらかじめ決められたルールに従って表示されているかどうかを弁別反応した。1つの試行は、4つの弁別課題から構成された。1つの弁別課題ごとに、1つの文字刺激が提示され、あらかじめ記憶していた判断ルールに従って、文字刺激が正しく表示されているかどうかを、なるべく速く正確に弁別反応を行った。提示された刺激に対する弁別反応を遂行した時点で、次の刺激が提示されたが、反応がない場合には、刺激の提示時間は5秒を限度として、次の刺激を提示した。4つの弁別課題を順次遂行する途中に、中断がある場合があり、中断なし条件（1セッション目）、予期あり中断条件（2セッション目）、及び予期なし中断条件（3セッション目）によって順に構成された。

各文字刺激については、“0”、“O”、“1”、“I”を除く、数字もしくはアルファベット大文字であり、色の属性は赤色、白色、青色のいずれかであった。ディスプレイ中央に提示される文字刺激までの焦点距離については、集団を対象として複数のパソコンを用いたため、約50cm程度であっ

た。なお、1番目および2番目の刺激は、数字のみが提示された以外は、文字刺激はランダムに提示された。1試行における4タスクにおいて、正しい判断を行った場合の、判断ルールに従った提示確率は50%であった。

判断ルールとは、1番目に提示された刺激：偶数、以下2番目：奇数、3番目：アルファベット、4番目：数字、であり、提示された刺激が判断ルールに合致している場合には右手人差し指で“O”ボタンを、ルールにあっていない場合には右手中指で“X”ボタンをなるべく早く押すというものであった。“O”ボタンはキーボード上のJを、“X”ボタンはキーボード上のKに対応していた。

中断なし条件においては、1つの試行は、4つの弁別課題から構成され、1つの弁別課題ごとに、1つの文字刺激が提示されるので、あらかじめ記憶していた判断ルールに従って、文字刺激が正しく提示されているかどうかを、なるべく速く正確に弁別反応を行った。なお、中断なし条件は20試行準備された。

次に、予期あり中断条件においては、統制条件と同様に、あらかじめ記憶していた判断ルールに従って、文字刺激が正しく提示されているかどうかを、なるべく速く正確に弁別反応を行った。ただし、試行の途中に、中断がはさまれることがあり、体験者はその点を理解していた。従来型実験プログラムと同様に、中断のためのタスクが侵入する時には、予告としてディスプレイ中央に黄色の枠、および通常の判断ルールとは異なる判断基準が1秒間出現した後、文字刺激が提示された。つまり、通常の判断ルールとは異なる判断基準に従って、文字刺激を判断し、その後は、従来の作業系列に復帰して作業課題を遂行するといったものであった。なお、予期あり中断条件は60試行準備された。中断が入る試行は全体の試行数の10%であった。

さらに、予期なし中断条件においては、中断がある試行が1試行のみ含まれていた。

20 試行が準備され、最終試行において、中断のある試行が提示されたが、体験者には事前に知らされなかった。なお、体験プログラムの手続きについては、本プログラムを実施する複数の参加者に対して同時に説明を実施した。

体験プログラムへの参加：大学生合計 34 名が 2 グループに分かれ、実習の一貫として参加した。第 1 回目の体験プログラムでは、17 名が同時に参加した。また 2 回目においては、残る 17 名が同時に参加した。なお、プログラムの不具合により、取得できたデータは 32 名分であった。また、所要時間については、説明の時間を含めて約 30 分程度であった。

2. 5 再検証による知見

体験プログラムの再検証から得られた平均反応時間、エラー発生率はそれぞれ、次のとおりであった。

2. 5. 1 平均反応時間

Figure 5 は中断が入らない課題（弁別課題、以下同様）、中断そのものの課題、中断直後 1 番目の課題、中断直後 2 番目の課題、それぞれの平均反応時間を、中断なし条件（Session 1）、予期あり中断あり条件（Session 2）、予期なし中断あり条件（Session 3）でまとめたものである。

平均反応時間において、3（中断条件：中断なし条件（Session 1）予期あり中断あり条件（Session 2）、予期なし中断あり条件（Session 3）セッション中断条件）×4（中断タイミング：中断が入らない課題、中断そのものの課題、中断直後 1 番目の課題、中断直後 2 番目の課題）の 2 要因分散分析を行った結果、中断条件及び中断タイミングの主効果（ $F(2,62) = 11.87, p < .001$; $F(3,93) = 17.25, p < .001$ ）が認められた。また、2 要因の交互作用が認められた（ $F(3,93) = 13.79, p < .001$ ）。以上の結果を併せて考えると、予期あり中断条件の場合、予期なし中断条件と比較して、中断課題そ

のもの、及び中断課題以降の課題において、作業パフォーマンスが特に低下する（課題の遂行時間が増大する）ことが明らかとなった。

2. 5. 2 平均エラー発生率

Figure 6 は中断が入った課題（弁別課題、以下同様）、中断そのものの課題、中断直後 1 番目の課題、中断直後 2 番目の課題、それぞれのエラー発生率を、中断なし条件（1 セッション目）、予期あり中断あり条件（2 セッション目）、予期なし中断あり条件（3 セッション目）でまとめたものである。この結果、予期あり中断条件の場合、予期なし中断条件と比較して、中断課題以降の課題について、作業パフォーマンスが顕著に低下する（課題のエラー数が増大する）ことが明らかとなった。

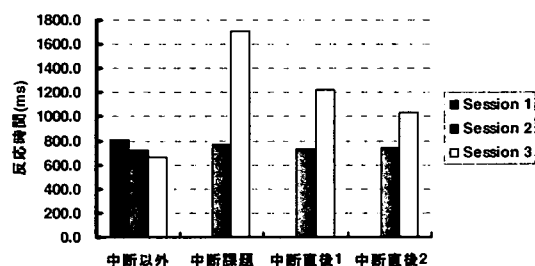


Figure 5 体験プログラムにおける反応時間について

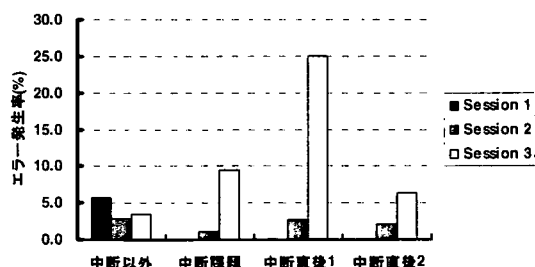


Figure 6 体験プログラムにおけるエラー発生率について

2. 5. 3 体験プログラムの有効性

本結果から、予期なし中断あり条件においては、予期あり中断あり条件と比較しても、中断そのものの課題と直後の課題の両方において、明らかなエラー数の増加が認められた。つまり、課題点として挙げられていた B. エラーの発生頻度 を解決することができたと考えられる。従来型実験プログラムにおけるエラー発生率（1～5%）と比較しても、予期なし中断条件におけるエラーは顕著に増加していることから、中断体験を実施する際に共通して存在する課題点とは、作業成績は中断作業が予期されるか否かに依存するということである。よって、本研究の体験プログラムを、複数のメニューを有する総合版体験システムへ反映させることで、中断が及ぼす影響への気づき、さらにはヒューマンファクタの理解につなげることができる。

3 総合版体験システムへの反映

エラー発生が増加が検証された体験プログラムは、複数のエラー体験プログラムが準備された総合版体験システムへ反映されており、画面イメージは Figure 7 で示されるとおりである。総合版体験システムでは、すでに説明された体験プログラムに沿った手順となっており、A. 作業課題の学習 について、学習負荷が従来よりも軽減されている。また、B. エラーの発生頻度 についても、反応時間とともに、パフォーマンスの低下を一般的に体験することができる。なお、C. 従属変数 及び D. 課題遂行の評価 で指摘された点については、体験終了後の解説及び実際の事故事例によって理解を深めることで展開している。

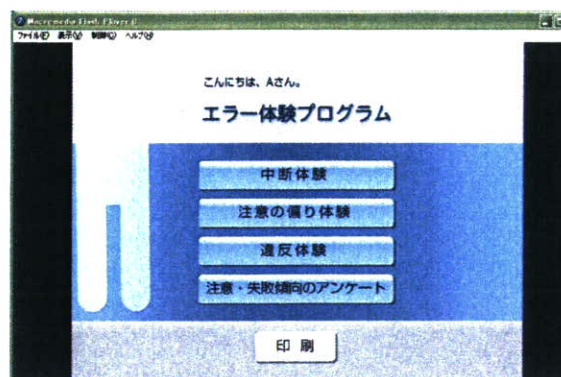


Figure 7 総合版体験システムの画面
(試行版)

3. 1 中断プログラムの体験部分

ここでは中断体験メニューの概略について、画面を提示しながら説明する。体験メニューの流れは、2. 4 体験プログラムの再検証 に沿うものであり、Figure 8 で示されるとおり、中断作業が及ぼす影響についての導入部分をはじめに提示される。その後、第1セッションについての説明が行われ、実際の体験を行う (Figure 9)。同様に、Figure 10 及び Figure 11 で示されるとおり、第2セッション及び第3セッションについて説明がなされ、セッションごとの成績結果（エラー発生率・各試行の平均判断時間）が表示されることとなっている。

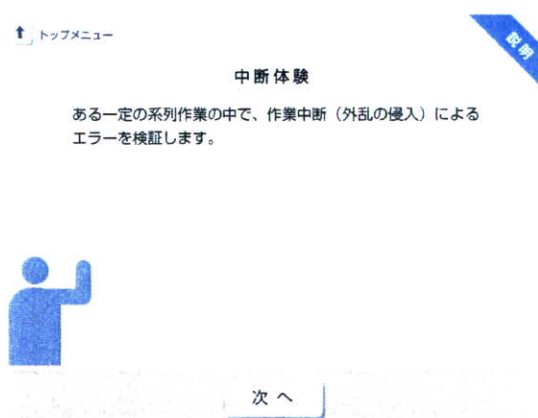


Figure 8 中断体験 導入部分

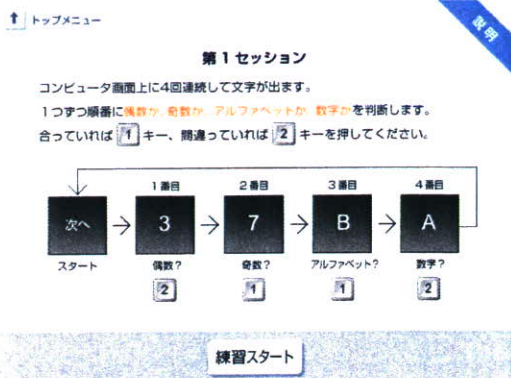


Figure 9 第1セッション説明部分

3.2 中断プログラム体験後の部分

体験終了後には、Figure 12 及び Figure 13 から作業の中断がもとの作業に及ぼす影響について簡単な解説がなされ、続いて実際の事故事例の問いかけ (Figure 14) と実際にあった複数の中断に関わる事故事例 (Figure 15~Figure 18) が提示される。このように、中断の体験と合わせて、実際に起きた事故発生の背景について理解を深める構成となっている。

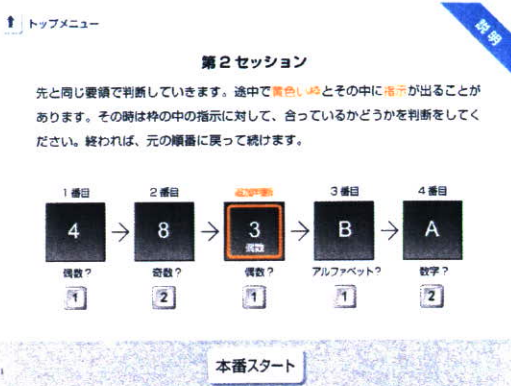


Figure 10 第2セッション説明部分

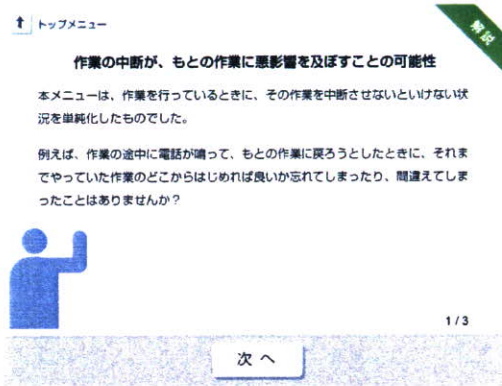


Figure 12 体験説明部分 (1)

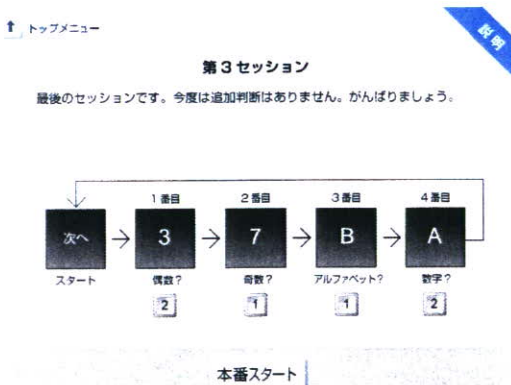


Figure 11 第3セッション説明部分

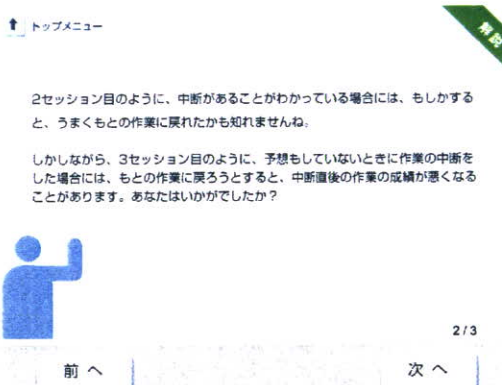


Figure 13 体験説明部分 (2)

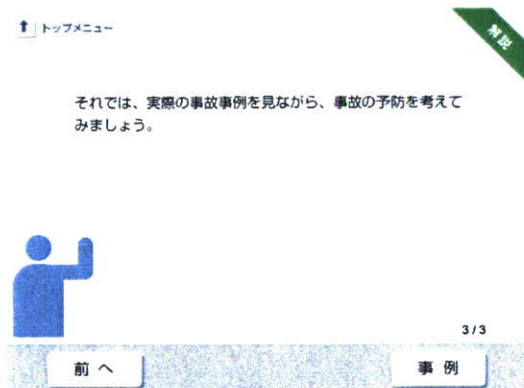


Figure 14 体験説明部分 (3)

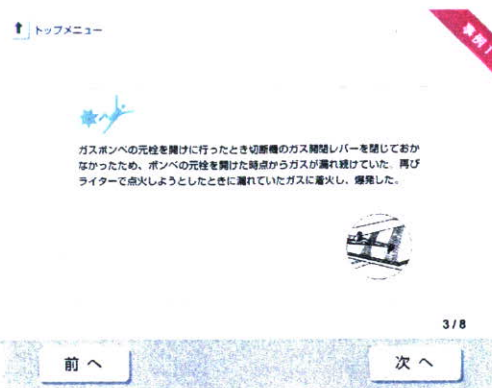


Figure 17 実際の事故事例 (結果)

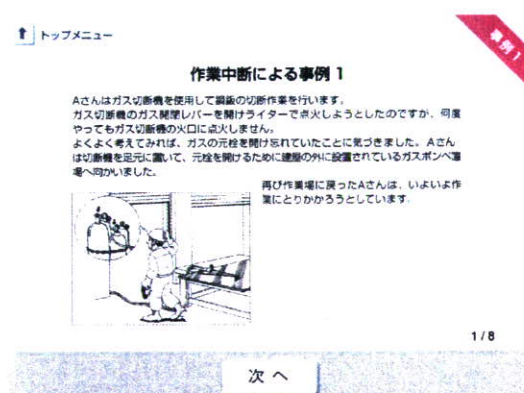


Figure 15 実際の事故事例 (導入)

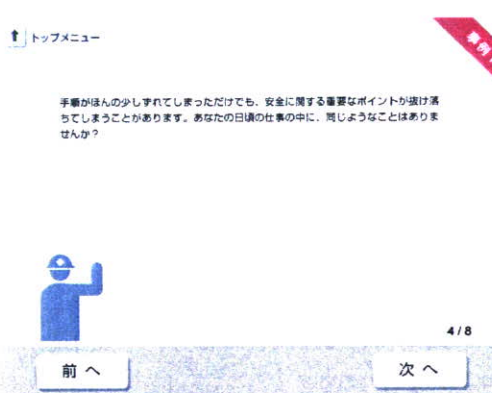


Figure 18 実際の事故事例 (まとめ)

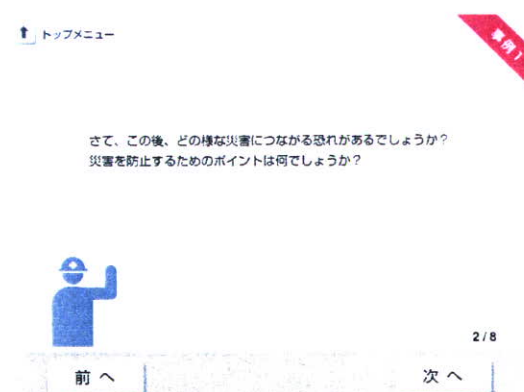


Figure 16 実際の事故事例 (問いかけ)

4. 課題点および今後の展開

本研究において実際に構築された体験プログラムは、連続して呈示される刺激の弁別反応であり、作業課題の学習負担を軽減したものとなっている。しかしながら、本体験プログラムを今後展開していくうえで、以下に挙げられる課題点を検討していく必要がある。

第1に、一般的に任意の設定場面において中断エラーを体験することは難しいが、予期しない状況を設定することで、参加者がある程度簡易に体験できることが明らかとなった。ただし、条件設定により中断によるエラーの発生頻度や発生数が異なるメカニズムについてはあらためてデータを蓄積し解明していく必要があるだろう。

第2に、エラー発生時の心理的要因につい

ては、ディスプレイ上の文章にて解説しているが、体験者の業種や経験にどのようにマッチングさせて提示するべきかどうかという点について、それらの整合性を考慮し、体験プログラムの有効性について検証を継続していく必要があるだろう。

今後の展開として、本研究の体験プログラムは、簡便性という点から、危険予知訓練をはじめとした安全活動や安全教育などと併せて、心理的要因の理解を促すことを目指しており、特に、注意や認知などに係わるエラーへの気づきを理解する環境を提供するだろう。また、エラーへの気づきの過程を体験することは、ヒューマンファクタ全般の理解に貢献するものと考えられる。それゆえ、提示された概要に基づき、実施結果を踏まえながら、体験者が理解しやすく、かつ教育効果が示される方法について、さらに検証していくことが求められる。

5. 健康危険情報

健康に危険を及ぼすような事態は特に存在しなかった。

6. 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

特になし。

7. 参考文献

- 1) 仁平義明・佐々木宏之・守川伸一・大橋智樹・板井尚憲 2002 ステップ抜かしエラーにおける基礎的研究, (株)原子力安全システム研究所共同研究報告, 1-22.
- 2) 太刀掛俊之・臼井伸之介・篠原一光 2005 外乱により誘発されるエラー発生メカニズム解明と体験システム構築に関する研究「不安全行動の誘発・体験システムの構築とその回避手法に関する研究」, 平成16年度厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業 総合研究報告書(主任研究者: 臼井伸之介),

9-38.

- 3) 太刀掛俊之・臼井伸之介・篠原一光 2006 外乱により誘発されるエラー体験プログラムの概要「リスクマネジメント教育の有効性評価に関する総合的研究」, 平成17年度厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業 総括・分担研究報告書(主任研究者: 臼井伸之介), 9-20.