

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 21 日現在

機関番号：31307

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510182

研究課題名（和文）ヒューマンエラーの発生に及ぼすアウェアネスレベルの影響

研究課題名（英文）The influence of the awareness level on the occurrence of human errors.

研究代表者

大橋 智樹（OHASHI TOMOKI）

宮城学院女子大学・学芸学部・教授

研究者番号：00347915

研究成果の概要（和文）：本研究は、ヒューマンエラーの発生を低減させることを目的とし、行動を自覚的に遂行している程度を示すアウェアネスレベルに着目した。アウェアネスレベルは、覚醒水準や習熟、注意といった既存の概念とは異なる新たな概念として本研究で提唱された。本研究の仮説は、1) アウェアネスレベルと連動する生理反応があること、2) アウェアネスレベルが中程度であるときにヒューマンエラーの発生確率が低いこと、である。これらの結果として、生理反応を測定することでヒューマンエラー発生確率が高い状態を予測するシステムの構築を目指した。

心理学実験の結果、いずれをも支持するデータが得られた。現時点では実験室実験にとどまっているが、産業現場における効果検証に展開する予定である。

研究成果の概要（英文）：This study aims to reduce the occurrence of human errors and focuses on the awareness level of human beings in regard to their consciousness of their behavior. The hypotheses of the present study are (a) There are physiological responses that work together with the awareness level and (b) The probability of human errors to occur is low when the awareness is at the intermediate level. Based on the results of these hypotheses, this study constructs a system that can predict a situation in which the probability of human errors to occur is high by measuring physiological responses. Psychological experiments have produced data that support both hypotheses. At present, studies are confined to laboratory experiments although it is prospectively aimed to explore these findings further and examine the effects in an industrial setting.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011 年度	700,000	210,000	910,000
2012 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学，社会システム工学・安全システム

キーワード：安全工学

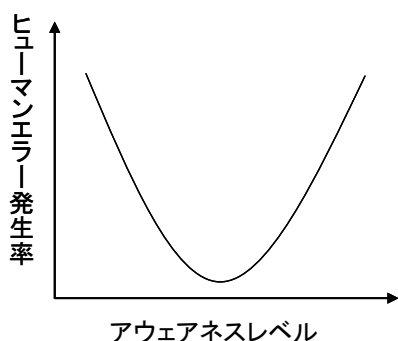
科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

(1) 着想の背景

本研究で提唱するヒューマンエラーの予防に関する新たな視点は、作業者が作業を遂行する際のアウェアネスレベル awareness level の効果である。アウェアネスレベルとは、われわれの提唱する新たな概念であり、行動をどの程度自覚的に行っているかの程度を示す。たとえば、自動車の運転では、初心運転者はハンドルやブレーキ等の自動車の操作をかなり自覚的に制御する必要があるため、運転操作のアウェアネスレベルは高い。運転に熟練すればするほど、このアウェアネスレベルは低下し、感覚器官からの情報獲得等の割合は相対的に上昇することとなる。

われわれは、これまでアウェアネスに関する研究を遂行してきたが、本研究においてはアウェアネスという新たなアプローチによって、ヒューマンエラーの発生機序を解明できるのではないかと着想した。具体的には、アウェアネスレベルとヒューマンエラーの発生は対応関係にあり、特にアウェアネスレベルが中程度の水準の場合にヒューマンエラーは発生しにくい、という仮説の検証を行いたい(下図参照)。



中程度の水準が人間のパフォーマンスを最大化するという発想は、古くは覚醒水準という概念に関連して提唱されている(Yerkes & Dodson, 1908)。Yerkes-Dodson law と呼ばれるこの理論は、覚醒水準が低い状態(入眠時など)でも高い状態(興奮状態など)でも、パフォーマンスは劣化し、中程度の水準にある場合に最も高いパフォーマンスが示されるという考え方である。

アウェアネスレベルとヒューマンエラーの発生との関連性が実証されれば、作業者のアウェアネスレベルをヒューマンエラーの最も発生しにくい適切な水準に保つことが、ヒューマンエラーの予防に効果的であることを示すことができる。

(2) 研究計画の概要

本研究においては、アウェアネスレベルと

ヒューマンエラーの発生との関連性を明確に示すことをまず達成しなければならない。両者に関連性が存在することについては、Beck ら(2007)や Schriver ら(2008)などの研究成果によって強く示唆されており、これを産業現場におけるフィールド実践が可能となるような簡便な手続きとして開発することが求められる。具体的には、簡便な装置や短時間での実験実施など、産業現場での実施制約に対応させる測定技法を開発することになる。その上で、開発した測定技法を産業フィールドにおいて実践的検証を行う。すなわち、実作業においても有効であることを確認する研究ステップを、事業所等の協力を得ながら進めることとなる。

以上の研究アプローチにおいて、アウェアネスレベルとヒューマンエラーの発生との対応関係の詳細について明らかにし、それを産業現場で実践することでヒューマンエラーの低減を目指したい。ただし、実作業におけるヒューマンエラーの発生率は一般的に非常に低率であるため、本研究の効果が明確にヒューマンエラーを低減させたかといった効果測定については、本研究の期間内には示すことができないだろう。この点については、本研究を完遂した上でさらに継続した中・長期的な調査研究を実施する必要があると考える。

2. 研究の目的

本研究においては、アウェアネスレベルとヒューマンエラーの発生との関連性を明確に示すことをまず達成しなければならない。両者に関連性が存在することについては、Beck ら(2007)や Schriver ら(2008)などの研究成果によって強く示唆されており、これを産業現場におけるフィールド実践が可能となるような簡便な手続きとして開発することが求められる。具体的には、簡便な装置や短時間での実験実施など、産業現場での実施制約に対応させる測定技法を開発することになる。その上で、開発した測定技法を産業フィールドにおいて実践的検証を行う。すなわち、実作業においても有効であることを確認する研究ステップを、事業所等の協力を得ながら進めることとなる。

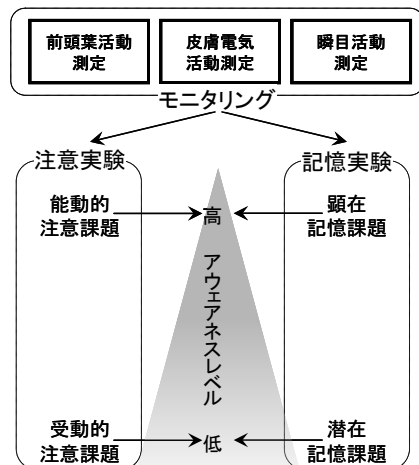
以上の研究アプローチにおいて、アウェアネスレベルとヒューマンエラーの発生との対応関係の詳細について明らかにし、それを産業現場で実践することでヒューマンエラーの低減を目指したい。ただし、実作業におけるヒューマンエラーの発生率は一般的に非常に低率であるため、本研究の効果が明確にヒューマンエラーを低減させたかといっ

た効果測定については、本研究の期間内には示すことができないだろう。この点については、本研究を完遂した上でさらに継続した中・長期的な調査研究を実施する必要があると考える。

3. 研究の方法

本研究においては、まず、アウェアネスレベル(行動が自覚的に行われている程度)を峻別することのできる客観的測定法を確立することが第一の目的となる。したがって、初年度はこの目的を達成するために実験室実験を実施する。具体的には、過去の知見からアウェアネスとの対応が実証されている注意実験と記憶実験を被験者に行わせ、同様にアウェアネスと対応することが確認されている前頭葉活動測定(たとえば Toichi, Mら, 2004), 皮膚電気活動測定(たとえば Bechara ら, 1997), 瞬目活動測定(たとえば Stern & Schroeder, 1994)の3つの測定を実施し、これらがどのように対応しているか確認する。

注意実験では、被験者に自覚的な注意を操作である能動的注意課題と、刺激提示の制御によって無自覚的な注意移動を生じさせる受動的注意課題の実験を行う。記憶実験では、自覚的に記銘を遂行させる顕在記憶課題と、記銘する意図を持たせず無自覚的な記銘を生じさせる潜在記憶課題の実験を行う。これらの課題を遂行している最中の被験者の状態を、先に示した3つの測定技法によってモニタリングする実験計画となる(下図参照)。



これらの結果から、アウェアネスレベルを判別できる指標を抽出し、次年度以降の研究においてこれらを利用する。なお、本研究においては、産業現場への実践適用が最終的な目標であるため、これらの測定においては産業現場の作業者にも適用可能な装置を選定することとする。

このStep1においては、研究分担者・佐々木が実験プログラムを作成し、われわれの所

属大学において実験協力への同意が得られた大学生を被験者とした実験を行うこととする。

4. 研究成果

(1)平成22年度

アウェアネスレベルと関連のある生理指標を抽出するために、1. アウェアネスレベルを操作できる課題(AL課題)を作成し、2. AL課題遂行中の実験参加者の生理指標(心拍、脈派、呼吸、瞬目、体表面温度、スキコンダクタンス、前頭葉活動)を測定した。

1においては、いくつかのプログラムを作成して試行した結果、画面上のターゲットをマウスでトラックさせる課題が最適であった。実験参加者をずれていることを教示される群と教示されない群とに分けることで、実験参加者が自覚的に修正を行うレベル、すなわちアウェアネスレベルを操作したものである。課題の難易度は同一であり、違う点はマウスとポインタのズレを意図的に修正するか、無意図的に修正するかの違いであり、アウェアネスレベル高群と低群とみなすことができる。これら両群の生理指標を比較することで、アウェアネスレベルに関連する生理指標の抽出を試みた。

(2)平成23年度

前年度までの検討によって抽出されたアウェアネスレベルと関連しそうな指標が、実際のエラー誘発課題遂行時にどのような変化を示すかを検討した。すなわち、エラーが発生したタイミングにおけるアウェアネスレベル関連指標を詳細に分析することで、どの指標がエラーの発生と関連しているかを探索することが平成23年度の目的となる。

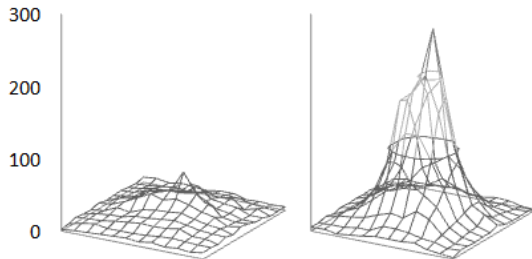
しかし、東日本大震災による機材の不具合によって生理指標の測定が可能になるまでに時間がかかったため、エラー誘発課題遂行時に生理指標を測定する予備実験までは終了したものの、詳細な解析が可能な十分なデータの収集までは終了しなかった。

部分的な分析の結果ではいくつかの指標がキーになることが予測できるが、さらにデータを追加した分析が必要であり、平成24年度の検討課題となる。

(3)平成24年度

最終年度においては、かつてわれわれも参加した東北大学と(株)原子力安全システム研究所との共同プロジェクト「ステップ抜かしエラーの検討」(H14年度)で開発された課題を精緻化させた実験プログラムを用いる予定だったが、アウェアネスレベルの測定により適した実験プログラムを独自に開発することとした。これは「ステップ抜かしエラーの検討」で用いた課題の難易度が高く、課題に習熟し自動化(無自覚化)させるまでに時間がかかることがわかったためである。

新たに開発した課題は、初年度に実施したAI課題を改訂したもので、画面上を方形に移動するターゲットをマウスで追跡するトラッキング課題である。この課題は習熟が非常に早く進む課題であることが確認できた(下図参照)。



本課題で改良した点は、実験参加者が動かしたマウスの軌跡と画面に提示するポイントの軌跡を最初は一致させ、試行が進むにつれて少しずつずらしていくことで、無自覚的追跡過程→無自覚的修正過程→自覚的修正過程と操作した点である。この課題遂行におけるトラッキングエラーをもって、指標とした。

実験中は、アウェアネスレベルとの関連が確認された前頭葉活動や心拍等の生理指標を測定し、これらのデータに基づいて、アウェアネスレベルの状態と相関の高い生理指標の分析方法を開発することができた。データは本研究終了後も追加的収集を継続しており、これらの結果をさらに検討することで、アウェアネスレベルとヒューマンエラーとの関連性をより精緻にとらえるよう分析を続けていく。

また、本研究のもう一つの目標だった産業現場における有用性の検討については、残念ながら現時点までにポジティブな成果を得られるに至っていない。これは、計画の段階で想定していた軽微なヒューマンエラーとアウェアネスレベルとの関連性が低いことに依ると考えている。今後、より広範な協力現場を募り、有用性の検証に努め、明確な結果を得ることで結果を公表したい。

(4)残された課題

従来のヒューマンエラー予防においては、一貫して作業環境の整備が推進されてきた。整理・整頓・清掃・清潔・躰のいわゆる“5Sの向上”がスローガンとして掲げられることが多いのは、まさに環境の整備がヒューマンエラーを含む労災事故防止に有効であるという思想に基づいたものといえる。

この対策は一定の成果を示しているが、その水準をさらに低減させるためには、本研究で示したアウェアネスレベルのような個人特性を踏まえた対策が必要であるといえる。今後も現場適用の検証を迅速に進め、本研究の成果をヒューマンエラーの低減に還元する取り組みを継続したい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

佐々木宏之・大橋智樹 (2013) 方向音痴は不可能図形の認知が苦手か? 一大域・局所処理の個人差に注目して一, 新潟中央短期大学 暁星論叢第63号 p. 11-20.

[学会発表] (計3件)

大橋智樹・佐々木宏之 (2010) 無自覚的な色の効果がエラーの発生に与える影響, 日本人間工学会第51回大会, 北海道大学

佐々木宏之・大橋智樹 (2012) 大域・局所処理の個人差に関する予備的検討, 東北心理学会第66回大会, 新潟大学

大橋智樹・佐々木宏之 (2013) マウス操作方向と画面表示の不一致がトラッキング課題の遂行に与える影響—アウェアネスレベル測定課題の検討—, 日本人間工学会第54回大会, 日本大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.mgu.ac.jp/~ohashi/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

大橋 智樹 (OHASHI TOMOKI)

宮城学院女子大学・学芸学部・教授

研究者番号: 00347915

(2)研究分担者

佐々木 宏之 (SASAKI HIROYUKI)

新潟中央短期大学・幼児教育科・講師

研究者番号: 80389949