

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：72703

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K04336

研究課題名（和文）ヒューマンエラーの発生機序に関する実証的研究 - ヒューマンエラーの瞬間をとらえる -

研究課題名（英文）Demonstrative study on the mechanism of human error

研究代表者

北島 洋樹 (Kitajima, Hiroki)

公益財団法人大原記念労働科学研究所・研究部・主任研究員

研究者番号：20234255

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：ヒューマンエラーの実証的研究を進めるために、ヒューマンエラーが生じる条件や背景要因を整理し、ヒューマンエラーを実験的に誘発できる条件を検証することを目的とした。

事故事例分析や大学生を被験者とした質問紙調査では安全知識の不足がヒューマンエラーの背景要因であることが示唆された。ストループ効果を活用した認知心理学的課題、および産業現場における教育用VR教材を活用した課題によって、ヒューマンエラーの類型である「スリップ」「ミステイク（規則ベース）」「ミステイク（知識ベース）」を実験的に誘発できる可能性が示唆され、今後の実証的研究のベースとなる成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

旧来の事故分析では、ヒューマンエラー（以下HE）を事故の原因として、エラーを起こした当事者を追及し、当事者の「うっかり」を防ぐために「注意を喚起する」という、有効性の小さい対策がなされてきた。HEが起きてもトラブルにならないような対策をするのが鉄則であるが、発生自体を少しでも抑えることも重要である。現実場面のHEの発生は予測も難しく、また、事後的な事故報告などからは直接的に研究する事が難しい。本研究ではHEの類型である「スリップ」「ミステイク（規則ベース）」「ミステイク（知識ベース）」を実験的に誘発できる可能性が示唆され、今後の実証的な研究とそれに基づく事故防止研究の発展に繋がると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In order to advance empirical research on human error, the purpose of this research is to organize the conditions and background factors that cause human error, and to verify the conditions that can experimentally induce human error.

Accident case analysis and a questionnaire survey of university students suggested that lack of safety knowledge is a background factor of human error. Experimental human error types of "slip", "mistake (rule-based)" and "mistake (knowledge-based)" through cognitive psychology tasks that utilize the Stroop effect and tasks that utilize educational VR teaching materials in industrial settings. It was suggested that it may be possible to induce. This result will serve as a base for future empirical research.

研究分野：人間工学および産業心理学

キーワード：ヒューマンエラー 動作スリップ 行動と環境 安全知識 行動分析学 ミステイク（知識ベース）  
ミステイク（規則ベース）

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。



(以下、E 学科とする) の 1 年次生 (以下 E1) と 4 年次 (以下 E4) の学生を対象とした。この理由は、一般的に高校や大学卒業後に就業する年齢層を想定し、両者のデータを比較するためである。2017 年 12 月～2018 年 1 月にかけて授業中と各研究室のゼミの中で無記名式のアンケート調査を実施した。調査内容の概要は以下のとおりである。

- ①ハインリッヒの法則における知識有無 (「知っている」、「知らない」の二件法) 「知っている」を選択した場合には、知った機会 (「授業」、「ニュース」、「新聞」、「その他」の四件法)
- ②社会的に大きく報道された事故・災害で、自身が印象に残った事故・災害と印象に残った理由について (自由記述)
- ③大学卒業後に希望する職業 (13 業種職種から選択)
- ④就業後において事故・災害防止においてどのように取り組んで行きたいか (自由記述) であった (清水他、2017a) <sup>6)</sup>。

2 回目は、2018 年に授業の中で安全教育を実施した後に参加した学生が、安全知識をどの程度習得したかを調査した。調査方法は、2018 年 6 月 11 日に E1 が全員受講するゼミの中で無記名式のアンケート調査を実施した。本調査は 1 回目調査の 2017 年度 E1 学生と比較するために同様なアンケート用紙を用いた。有効回答数は 160 件 (回答率 92%) であった (清水他、2017b) <sup>7)</sup>。

### 3-2 : HE 誘発条件の検討

HE 誘発条件として、以下の 2 点を検討した。

#### (1) ストループ効果による HE 誘発課題

ストループ効果は、競合する刺激特性により、ある刺激への反応が妨害される認知心理学的な現象であり、HE の「スリップ」との関連が指摘されている (重森、2006) <sup>8)</sup>。「スリップ」については、前研究において、自動車シミュレータを用いた課題により、高確率に生じることを見出しているが、オフィス作業場面などを想定し、また新型コロナウイルス禍によりオンラインでの実験実施を想定して、パワーポイントスライド機能を活用したプログラムを試作した。本実験ではストループ効果の典型例であるが、色名と色の矛盾した刺激を含む条件とした。

#### (2) 産業現場での安全教育のために作成された、VR による動画教材を用いた課題

VR システム (MetaQuest2 128 MB) に市販の安全教育ソフトをインストールした。教育ソフトの内容は、「車両荷台からの転落災害」、「建設現場における踏み抜き災害体験」、「歩行中・自転車運転中・運搬作業中の災害体験」、「高所作業車使用中の事故体験」の 4 シナリオであった。これらのシナリオは現実に発生した災害のデータに基づき、それぞれの事案が発生した企業によって作成されたものである。

安全教育ソフトを体験中に、発話思考法 (think aloud method) <sup>9)</sup> を求め、それによって採取された「プロトコルの分析」を試みた。発話思考法とプロトコル分析は、Ericsson & Simon (1993) <sup>10)</sup> が提唱した、問題解決研究の方法論であり、発話思考プロトコルデータは、「意識に浮かんだことをそのまま口に出した」ものと定義される。

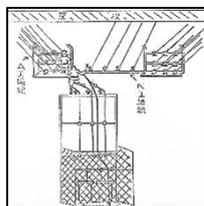
## 4. 研究成果

### 4-1. 「不注意物語」の事例分析

不注意物語の事例記述例と分析例を以下に示す。

#### 不注意物語 (Case No.1)

- (1) 事故発生 昭和 27 年 2 月 4 日 12 時 30 分 天候 吹雪 気温零下 5° 位 風速 10m/秒
- (2) 被害者 N.K. 24 歳、電工 経験 5 年 9 ヶ月
- (3) 事故発生場所 S 変電所構内
- (4) 調査者 狩野



当日の作業は、S 変電所から A 工場へ供給されている動力線の引出し口の電線接続替、およびハンダあげ作業をする予定になっていた。ところが当日は朝から天候があまりよくなく、小雪が降っていたので、一時中止しようとしたが、需用家の要望が、「ぜひ早くやって欲しい」ということだったので、結局工事を決行することとなった。なお当日は安全作業強調月間でもあったから所長から特に安全についての訓話があった。

以上のように、天候の具合で、作業決行がおくれたうえ、関係部へ停電連絡をとっているうちに、だいぶ時間をくい、作業員が現場について、実際に作業にとりかゝったのは、かれこれ 11 時頃であった。

現場の状況は、地上より凡そ 3.6m の高さに前記 A 工場線の引出口があり、それにより右方 85 cm を距て、N 工場線の引出口があった。この A 工場線は停電してあったが、N 工場は停電してなかった。なおこの両者の中間下方に所内用変圧器があり、鉄柵で囲ってあって、これも停電されてあった。また、A 工場線引出口より約 10m 離れた処に 4 本 H 柱があった。

作業は、班長以下 6 名で始め、被害者本人を含めた 3 名のものが、H 柱の方の電線接続替およびハンダ上げに従事し、他の 2 名は、引出口の接続替準備のため、皮むき、線みがき等に従事した。そのうちに、風がひどくなり、トーチランプが冷めかゝって、半田あげがうまくゆかず、しかも H 柱の方の接続箇所が予想より多かつたため、仕事が捗らず、H 柱の方の作業が終わったのは、お昼頃になってしまった。丁度その頃、営業所の A 技術員が、半田の補充と作業視察のために現場にやってきた。一同は変電所の内部にはいつて昼食をとることにしたが、作業員の 1 人 (H) は弁当をもって来なかったため、1 人で、引出口の作業を継続することとなり、前述の A 技術員が、これを見ていた。一方変電所の内部で食事をしていた被害者本人は、いちばん早く食事が終わったので、班長の指示によって、H と交替するため下方の変圧器鉄柵パイプフレームを足場に、引出口の処まで昇ろうとした。ところが、パイプの上の積雪のため足が滑ったのか、とにかく身体が動揺して、充電中の N 工場線右手が触れ、感電墜落、重傷を負った。

事故が起きた経緯や背景、分かる限りの発生の瞬間などが記載されている。事象の起承転結と、物理的環境要因（当事者以外の要因）と当事者要因（当事者の行動、動作）に整理することで、事故発生の背景要因や防止策への考察が深まる。環境要因と本人要因、時系列の起承転結による分析例を表1に示す。

表1 CaseNo.1に関する起承転結分析と随伴性ダイアグラム分析の例

管理番号	Case No.1	項目	起	承	転	結	
		外部環境の状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>小雪が降っていた。</li> <li>需用家からは「ぜひ早くやつて欲しい」と要望があり工事を決行した。</li> <li>当日は安全作業強調月間であり、所長から安全訓話があった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上凡そ3.6mの高さにA工場線の引出口があり、それにより右方85cmを距て、N工場線の引出口があった。</li> <li>このA工場線は停電してあつたが、N工場は停電してなかつた。</li> <li>両者の中間下方に所内用変圧器があり、鉄柵で囲つてあつて、これも停電されてあつた。</li> <li>A工場線引出口より約10m離れた処に4本H柱があつた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>風がひどくなり、トーチランプが冷めかかり、半田あげに支障。</li> <li>H柱の接続箇所が予想より多かった。</li> <li>仕事が捗らず、H柱の方の作業が終わつたのは、お昼頃になった。</li> <li>営業所のA技術員が、半田の補充と作業視察のために現場にやつてきた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>足場のパイプフレーム上には積雪があつた。</li> </ul>	
		外部環境の状態（推測）					
	Case No.1	人間（当事者）の行動	<ul style="list-style-type: none"> <li>「一時中止」も検討。</li> <li>関係部署へ停電連絡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業場に到着（11時ころで、遅れていた。）</li> <li>班長以下8名で始め、被害者本人を含めた3名のものが、H柱の方の電線接続替およびハンダ上げに従事。</li> <li>他の2名は、引出口の接続替準備のため、皮むき、線みがき等に従事。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>変電所の内部にはいつて昼食をとることにした。</li> <li>本人は、一番早く食事が終わった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>班長の指示によつて、他の作業者と交替するため下方の変圧器鉄柵パイプフレームを足場に、引出口の処まで昇ろうとした。</li> <li>身体が動揺して、充電中のN工場線に右手が触れ、感電墜落、重傷を負つた。</li> </ul>	
		人間の行動（推測）	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全訓話を拝聴</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>積雪で足が滑つた。</li> </ul>	
		随伴性ダイアグラム	直前	需要家の圧力がある	作業箇所が多い	空腹	班長の指示
			行動	現場に向かう	作業する	昼食をとる	現場に向かう
			直後	需要家の圧力がない	作業箇所が減る	空腹が無くなる	班長の指示に応える

印刷文献をテキスト化（デジタル化）出来ていることから、今後はテキストマイニングやAIを活用した、新たな分析が出来る可能性がある。また、その結果、事故予防に有効な事故報告書の書式などについても考察できると思われる。

#### 4-2. 学生を対象とした質問紙調査

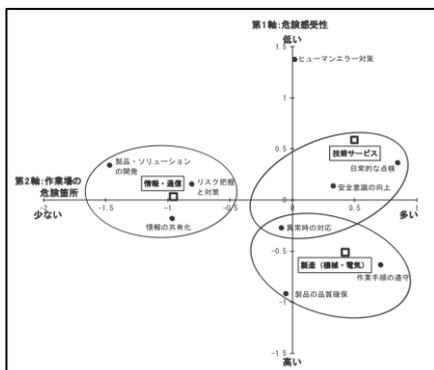


図2 学生が希望する上位3職種と安全知識項目のコレスポンド分析結果

2018年度調査の結果では、大学生が将来就きたい業種と、その業種に必要なと考える安全知識の項目（リスク把握と対策、安全意識の向上など9項目）を聞いている。希望者の多い上位3職種と、安全知識項目のコレスポンド分析に対してコレスポンド分析を実施した。結果の散布図を図2に示す。

「HE対策」要因は、他のどのグループとも離れて位置しており、学生がHEに関してまだ十分に理解していないことが推測され、知識の不足もHEに関する重要な要因であることが推察される。

#### 4-3. ストループ効果による HE 誘発課題、VR 教材を用いた HE 誘発課題に関する検討

##### (1) ストループ効果による HE 誘発課題

パワーポイントのスライド機能による簡易な課題であるが、ストループ効果(反応遅延や、色名の言い間違い)が確認された。HE の類型の「スリップ」に該当するものと考えられる。新型コロナウイルス禍により、実験の遠隔実施を想定して開発したが、基本的な「スリップ」誘発課題として今後も利用し、HE の誘発を検討する。

##### (2) VR 教材を用いた HE 誘発課題に関する検討

産業事故防止のための教育用 VR 教材の 4 つのシナリオ「車両荷台からの転落災害」、「建設現場における踏み抜き災害体験」、「歩行中・自転車運転中・運搬作業中の災害体験」、「高所作業車使用中の事故体験」における発話思考データを収集し、プロトコル分析することで、HE の類型である「スリップ」「ミステイク(規則ベース)」「ミステイク(知識ベース)」について実証的に検証できる可能性が示唆された。今後の検証の方針を以下にまとめる。

- (1) VR 教材は、物理的には安全な状態で、実際の事故を疑似体験できるものであり、実証研究にとって大きなメリットがある。
- (2) 各種産業現場では、「体験学習」に注目が集まっている。VR 教材による学習は今後急激に普及することが予測される。
- (3) HE の背景要因に関する検討から、「知識の不足」の影響が示唆される。大学生等、安全や HE に関する知識が不足している被験者と、現場のベテラン作業員など知識や経験が豊富な被験者を比較することで、HE の起こり方、起こりやすさなどの比較ができ、HE 発生機序の解明に繋がる。
- (4) VR による教材体験時の行動・動作も同時に記録して、分析することで HE 発生の前兆動作などが分析出来る可能性があり、検討を継続している。

以上より、ストループ効果を活用した認知心理学的課題、および産業現場における教育用 VR 教材を活用した課題によって、HE の類型である「スリップ」、「ミステイク(規則ベース)」、「ミステイク(知識ベース)」を実験的に誘発できる可能性が示唆され、今後の実証的研究のベースとなる成果を得た。今後も実証的研究を重ね、結果を現場にフィードバックすることで、作業ミスや事故の低減につなげることを最終目標とする。

#### <引用文献>

- 1) Reason J. Human Error. Cambridge University Press. (1990)。十亀洋(訳) ヒューマンエラー 完訳版。東京：海文堂出版，2014
- 2) 北島洋樹・曾我重司・黒田学、自動車運転支援とパニック的行動の関連についての実験的研究、労働科学 2018 ; 94 (3) : 74-90.
- 3) 狩野広之. 不注意物語—労働災害の事例研究集—. 東京：労働科学研究所，1959
- 4) 杉山他、行動分析学入門、産業図書、1998
- 5) Heinrich E. R. , Industrial Accident Prevention(Fourth Edition) , McGraw-Hill, 1959, p27.
- 6) 清水博幸・椎名和仁・北島洋樹、工学系大学生の安全意識調査と今後の取り組み—安全ナレッジマネジメント—、工学教育 2019 : 67 (2) : 14-18. DOI: [https://doi.org/10.4307/jsee.67.2\\_15](https://doi.org/10.4307/jsee.67.2_15)
- 7) 清水博幸・椎名和仁・北島洋樹・上野貴博、工学系大学生の安全教育とその効果検証—安全ナレッジマネジメント—、工学教育 2019 ; 67 (5) : 69-75. DOI: [https://doi.org/10.4307/jsee.67.5\\_69](https://doi.org/10.4307/jsee.67.5_69)
- 8) 重森雅嘉、ヒューマンエラー尺度としてのストループ課題、日本心理学会第 70 回大会論文集 2006。DOI:[https://doi.org/10.4992/pacjpa.70.0\\_2PM106](https://doi.org/10.4992/pacjpa.70.0_2PM106)
- 9) van Someren et al. , The Think Aloud Method, Academic Press, 1994
- 10) Ericsson & Simon, Protocol Analysis, MIT Press, 1984

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 清水博幸・椎名和仁・北島洋樹・上野貴博	4. 巻 67 (5)
2. 論文標題 工学系大学生の安全教育とその効果検証-安全ナレッジマネジメント-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 69-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.67.5_69	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 清水博幸・椎名和仁・北島洋樹	4. 巻 67 (2)
2. 論文標題 工学系大学生の安全意識調査と今後の取り組み-安全ナレッジマネジメント-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 14-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.67.2_15	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>以下の講演において、本研究により得られた知見を報告の一部として活用した。</p> <p>(1) 北島洋樹、「行動」に注目して「ヒューマンファクター」を考える、西日本旅客鉄道株式会社鉄道本部安全研究所主催 第8回ヒューマンファクターシンポジウム パネルディスカッション「ヒューマンエラー防止に向けた各社の取り組み」2021年10月2日、於：エル・おおさか エル・シアター</p> <p>(2) 北島洋樹、人と機械と労働、大原孫三郎・総一郎記念講演会 - 大原記念労働科学研究所百周年記念シンポジウム - わしらの眼は &lt;100&gt; 年先が見える シンポジウム大原孫三郎の想いを紡ぐ労働科学研究所 - S D G s と地域企業 - 2021年10月7日、於：倉敷公民館大ホール</p>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	清水 博幸  (Shimizu Hiroyuki)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	椎名 和仁  (Shiina Kazuhito)		
研究協力者	上野 貴博  (Ueno Takahiro)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関