

氏名（本籍）	北島 洋樹（神奈川県）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	乙第86号
学位授与の日付	平成31年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	人間—機械—相互作用の分析に基づくヒューマンエラーの防止対策に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 三澤 哲夫 (副査) 教授 白石 光昭 教授 松崎 元 教授 越山 健彦 日本大学 教授 鳥居塚 崇

## 学位論文の要旨

### 人間—機械—相互作用の分析に基づくヒューマンエラーの防止対策に関する研究

特にこの数年間で、AI（人工知能）の発展が注目されている。AIはすでに色々な製品やインターネット技術等に応用されており、最近では、自動車の自動運転や、囲碁や将棋ロボットが人間を破ったことなども大きな話題となっている。新しい技術が生活に導入されたときには、必ず人間と機械の整合性が問題となる。AIのような新しい技術による機械・機器の導入が促進されることが予測される今、人間と機械の関係をあらためて考えることが重要と考える。

人間と機械の関係の不具合は、人間の行動のエラーとして表出される。ヒューマンエラーの防止は、産業場面、医療場面等で非常に重要であるが、旧来の事故分析では、ヒューマンエラー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。しかし、狩野が1959年に指摘したように、現在ではなぜそのようなエラー・不注意を招いたのか、その背後関係を調べることが重要とされている。

Reasonは、人間の行為や判断の意図と結果の違いをエラーとみなして、システムやハードウェア、ソフトウェアと無関係にヒューマンエラーを定義している。また、芳賀は、産業事故や労働災害を引き起こすエラーも、日常生活の中のうっかりミスもヒューマンエラーに含むが、違反や不安全行動は、本人の意図に反して捕まったり事故を起こさない限りエラーとはならないと定義している。

本研究では、国内外のこれまでの知見を踏まえ、ヒューマンエラーの実例について、人間—機械—相互作用の観点から整理して、その対策を検討することを目的とする。人間—機械—相互作用を念頭に入れたヒューマンエラーの分析を意図し、産業現場におけるヒヤリ・ハット事例調査や、機器使用に関わる現場及び実験室における実験において結果的に生じたヒューマンエラーについて考察した。さらに、ヒューマンエラーを誘発する実験を実施し、その発生要因について検証した。

第2章では、電気通信工事現場における「ヒヤリ・ハット」事例を分析し、年齢層によってヒヤリ・ハット事例の内容に差があることを検証した。屋内工事の18～30歳層では、「脚立作業」や「OAフロア—開口部」での報告が多かった。31～50歳層では「誤接続・誤接触」や「ケーブル損傷・抜け」に関する内容であった。屋外工事では、18～30歳層では、「墜落」、「転落・転倒」の内容であった。51～60歳と61歳以上の層からは、「自動車運転時の」体験が多く報告された。また、コレスポンデンス分析により、心身機能と作業内容の関わりと環境要因の影響について考察した。ヒューマンエラー防止には、危険感受性の向上を図る教育が重要であることを確認した。

第3章では、様々なタイプの券売機における人間—機械—相互作用における、エラー事象について考察した。液晶タッチパネル式の対話型の券売機では、特に高齢者の場合には人間の意図と行動が機械の反応とむしろ不一致になる場合があることが示され、設計者とユーザとギャップを埋めることが重要であることを示した。

第4章では、カーナビゲーションシステムの音声操作、手動操作場面におけるエラー事象について考察し、機械の論理（音声認識の技術）と人間の反応との乖離を明らかにし、このギャップを埋めるための方策を提案した。

第5章では、止血弁付き静脈留置針に関する実作業観察において観察された、血液漏れ事例を報告し、安全装置のついた新しい機器を使用することに慣れると古い機器を使用する際に思わぬエラーを起こす可能性を示した。

第6章では、自動車シミュレータによる高速道路走行実験を実施した。実験参加者は18名の男女であった。突然出現する障害物を回避する課題において、障害物出現の1秒前に音声で回避方向が指示される試行を多数回繰り返した後、指示がない試行においてパニック行動やそのきっかけとなると思われる様々な動作スリップが高頻度で生じることが見出された。予測と実際の状況との不一致がパニック的行動の重要な要因であることが推定された。さらに、装置への過信を生じさせないことが、運転支援装置の重要な基本性能であることを考察した。人間—機械—相互作用の観点からヒューマンエラーの1つであるスリップ発生についてのモデルを提案した。

第7章では、2章から6章までの主たる結果について、環境要因をm-SHELモデルに基づき整理した。ヒューマンエラーのいくつかタイプは環境要因の影響が強いことが示しが、ヒューマンエラーは当事者がどんなに注意してもある一定の確率で生じるものであり、ヒューマンエラーは起こるものとして組織要因、環境要因で制御することが、ヒューマンエラー対策の王道であるが、環境要因の改善により、ヒューマンエラーそのものの発生を抑制できる可能性を示した。さらに、環境要因による行動の制御は、心理学の一分野である行動分析学（徹底的行動主義）において優

れた知見が見いだされていることに基づき、今後のヒューマンエラーの研究方法における新しい可能性を考察した。

第8章では、まとめとして、「不注意原因論」の排除を強調し、人間—機械—相互作用の概念や行動分析学により、環境要因に注目することで、合理的な対策を立案する（制御性を高める）考え方を普及させることの重要性を示した。

## 審査結果の要旨

人間と機械の関係の不具合は、人間の行動のエラーとして表出される。ヒューマンエラーの防止は、産業場面、医療場面等で非常に重要であるが、旧来の事故分析では、ヒューマンエラー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。しかし、狩野が1959年に指摘したように、現在ではなぜそのようなエラー・不注意を招いたのか、その背後関係を調べることが重要とされている。本研究では、国内外のこれまでの知見を踏まえ、ヒューマンエラーの実例について、人間—機械—相互作用の観点から整理して、その対策を検討することを目的としている。人間—機械—相互作用を念頭に入れたヒューマンエラーの分析を意図し、産業現場におけるヒヤリ・ハット事例調査や、機器使用に関わる現場及び実験室における実験において結果的に生じたヒューマンエラーについて考察するとともに、ヒューマンエラーを誘発する実験を実施しその発生要因を分類・検証した結果に基づいて構築した防止対策のあり方を論じている。

本論文は8章から構成されている。

第1章では、本研究の背景として、ヒューマンエラーに関する国内外の研究動向を整理し、研究の方向として、実証的研究によりヒューマンエラーの発生機序を明らかにすることが重要であると述べている。

第2章では、電気通信工事現場における「ヒヤリ・ハット」事例を分析し、年齢層によってヒヤリ・ハット事例の内容に差があることを明らかにした。また、コレスポネンス分析により、心身機能と作業内容の関わりと環境要因の影響について考察し、ヒューマンエラー防止には、危険感受性の向上を図る教育が重要であることを示唆した。

第3章では、様々なタイプの券売機を対象に、人間—機械—相互作用におけるエラー事象について考察した結果、液晶タッチパネル式の対話型の券売機では、特に高齢者の場合には人間の意図と行動が機械の反応とむしろ不一致になる場合があることを明らかにし、設計者とユーザとギャップを埋めることが重要であることを示した。

第4章では、カーナビゲーションシステムの音声操作、手動操作場面におけるエラー事象について考察し、機械の論理（音声認識の技術）と人間の反応との間に乖離がみられることを明らかにし、このギャップを埋めるための方策を提案した。

第5章では、止血弁付き静脈留置針を用いた実作業において観察された血液漏れ事例を検証し

た結果から、安全装置のついた新しい機器を使用することに慣れると、古い機器を使用する際に思わぬエラーが起こされる可能性が高いことを明らかにした。

第6章では、自動車シミュレータによる高速道路走行実験の結果から、突然出現する障害物を回避する課題において、障害物出現の1秒前に音声で回避方向が指示される試行を多数回繰り返した後、指示がない試行を行うと、パニック行動やそのきっかけとなると考えられる様々な動作スリップが高頻度で生じることを明らかにしている。また、予測と実際の状況との不一致がパニック的行動の重要な要因であることを推定している。

さらに、装置への過信を生じさせないことが運転支援装置の重要な基本性能であることを提言するとともに、人間—機械—相互作用の観点からヒューマンエラーの1つであるスリップ発生についてのモデルを提案した。

第7章では、前章までの主たる結果について、m-SHELLモデルに基づき環境要因を整理し可視化している。その結果、ヒューマンエラーは当事者がどんなに注意してもある一定の確率で生じるものであり、環境要因の改善によりヒューマンエラーそのものの発生を抑制できる可能性を見出している。さらに、環境要因による行動の制御は、心理学の一分野である行動分析学（徹底的行動主義）において優れた知見が示されていることに基づき、今後のヒューマンエラーの研究方法における新しい可能性を論じている。

第8章では、まとめとして、「不注意原因論」の排除を強調し、人間—機械—相互作用の概念や行動分析学により、環境要因に注目することで、合理的な対策を立案する（制御性を高める）考え方を普及させることの重要性を示した。

本論文は、調査と実験からヒューマンエラーの防止対策について多面的に検討したものである。従来、ヒューマンエラーに関する研究においては、実験的に再現および検証することが難しいと考えられていたが、本論文では統制された実験条件においてモデルを提案した。このことにより、ヒューマンエラー研究に関する新しい知見を示したものとする。

本論文における研究の進め方は、科学研究として正統的であり十分な信頼性を有している。得られた成果は人間工学のみならず心理学および労働安全衛生学等の関連領域の諸科学においても重要な知見を示したものであり、学術論文として高い価値がある。

以上より、学位申請者の北島 洋樹 氏は、博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。