

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 21 日現在

機関番号：32686

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03301

研究課題名(和文) 産業現場におけるレジリエントな安全行動を促進するゲームの開発と効果の検証

研究課題名(英文) Development and validation of gaming to enhance resilient safe behavior in industries

研究代表者

芳賀 繁 (Haga, Shigeru)

立教大学・名誉教授・名誉教授

研究者番号：10281544

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：ネガティブな結果の回避を目指す「防止焦点」と、ポジティブな結果の実現を目指す「促進焦点」が課題解決に及ぼす影響を比較するオンライン実験を開発して実施したところ、前例や決められた手順に従うだけでは解決困難な状況においては、マニュアルを教えて手順通りに行うことを教育するだけよりも、現場第一線が日頃から自律的に考えて作業することが、変動や外乱にレジリエントに対処するポテンシャルを高めるのに役立つことを示唆する結果が得られた。研究期間の後半では、航空会社の安全スタッフと共同で、緊急事態における航空乗務員のレジリエンスを高めるための訓練プログラムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

産業現場ではマニュアル主義が蔓延し、現場の柔軟な対応力が低下している。しかし、現場は大小の外乱・変動にさらされており、安全なパフォーマンスを維持するためには現場第一線のレジリエンスが不可欠である。本研究はネガティブな結果を避けるのではなく、ポジティブな結果の実現を目指すよう教示することで困難な状況でレジリエントなパフォーマンスを発揮できることを実験で検証したうえで、航空機の乗員の緊急時対応をシミュレートしたゲームを開発して、レジリエントな安全行動を促進する研修方法のモデルを提案した。

研究成果の概要(英文)：We developed an online experiment to compare the effects of "prevention focus", which aims to avoid negative outcomes, and "promotion focus" which aims to achieve positive outcomes, on problem-solving. The result of the experiment suggested that in situations where it is difficult to solve the situation by following prescribed procedures, thinking and working autonomously daily can increase the potential for the front-line workers to cope with disturbances, rather than just teaching them manuals and how to follow the procedures. In the second half of the research period, we worked with airline safety staff to develop a training program to increase the resilience of flight crews in emergencies.

研究分野：産業・組織心理学

キーワード：安全教育 ゲーミング シミュレーション 制御焦点 実験室実験 レジリエンス セーフティII

1. 研究開始当初の背景

2005 年前後からヒューマンファクターズの研究者の一部が「レジリエンス・エンジニアリング」(Resilience Engineering) を提唱し始めた (Hollnagel, et al. 2006) 。社会技術システム (プラント、航空、鉄道、病院など) のレジリエンスとは、想定された条件や想定外の条件の下で求められる機能を維持し、仮に一部の機能が損なわれても速やかに回復する能力である。レジリエンス・エンジニアリングは、システムがレジリエントであるための要件、システムのレジリエンスを評価する手法、レジリエンスを高める方法などを探究し、その知見を安全施策に応用する実践的研究分野である。

システムのレジリエンスにとって、システムを構成する人やチームのレジリエンスが不可欠である。従来の安全管理は事故やエラーを防止することに注力しており、事故を分析して要因を見つけ出し、それらの要因を摘み取ることで事故の再発を防ごうとしてきた。そのため、エラーしない方法をマニュアルに定め、従業員にそれを教え、それに従う行動を強く求める傾向があった。事故やトラブルが起きる度に手順が増え、現場はルールにがんじがらめになって疲弊し、却ってエラーや違反が増えるという悪循環に陥っていた。そして、マニュアルが想定していない事態に直面すると、現場第一線が判断できずに指示を仰ぎ、対応が遅れる事態も発生した。

日常の業務はほとんど成功しているのだから、事故に至る稀な事例を分析して対策すると、多くの成功の芽を摘むことになりかねない。日常業務の成功は必ずしも杓子定規にマニュアルに従うのではなく、変動する状況や想定外の事態に現場第一線が柔軟に (レジリエントに) 対応することでもたらされていると考える。

しかし、現場第一線がレジリエントに行動して安全を維持し、成功を続けるための教育・研修手法はほとんど開発されていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、レジリエンス・エンジニアリング、制御焦点理論、ゲーミングとグループワークを用いた教育研修の知見に基づいて、レジリエントな安全行動を促進するゲームを開発し、その効果を作業シミュレーション実験によって検証することである。

3. 研究の方法

Covid-19 の感染拡大のため、予定していた実験の実施が困難になったため、R2~R3 年度は、制御焦点とレジリエントな行動の関係について、ネガティブな結果の回避を目指す「防止焦点」と、ポジティブな結果の実現を目指す「促進焦点」が課題解決に及ぼす影響を比較するオンライン実験を開発して実施した。具体的な課題は、容量の異なる 3 つのコップを用いて目標の水量を正確に量るものであった。設問 1-6 問 (定常時) は同一の解 (基本解) で解くことができ (1 問ごとに正解を提示)、設問 7-9 (準定常時) は基本解でも解けるがコップを使う回数の少ない優良解でも解けた。設問 10 (非定常時) は優良解のみ解けるものであった。促進焦点条件の参加者 (13 名) には、コップを使う回数がより少ない答えを見つける努力をよう求め、防止焦点の参加者 (15 名) には、各問をできるだけ早く間違えないように解くことを求めた。

R4 年度からは緊急事態における航空乗務員のレジリエンスを高めるための訓練プログラムの開発に着手した。方法としては、ゲーミングの 1 手法であるシナリオシミュレーションを基本に、航空会社の安全スタッフと共同で緊急事態のシナリオを作成し、2 度の試行を経て、定期訓練に利用可能な訓練プログラムに仕上げた。主なシナリオは旅客機が滑走路に着陸した直後にエンジンが脱落して火災となり、しかしコクピットからは火災が見えない状況で、機長からの脱出指示が出るまでに、客室乗務員が行う判断・行動をシミュレートする内容とした。

4. 研究成果

実験の結果、前例や決められた手順に従うだけでは解決困難な状況においては、促進焦点の方が防止焦点よりも正答率が高く、回答時間が短かった (図 1) 。この結果は、マニュアルを教えて手順通りに行うことを教育するだけよりも、現場第一線が日頃から自律的に考えて作業することが、さまざまな変動や外乱にレジリエントに対処するポテンシャルを高めるのに役立つことを示唆するものである。

完成した航空乗務員向けの訓練プログラムは「ISERA」と名付けられた。試行に参加した受講者の評価は図 2 に示したとおり、大半の受講者が、シミュレーション訓練は楽しく、有意義で、緊急事態への理解が深まったと高く評価した。さらに、「すべてのことは想定できないことが分かった」「想定外の対応に覚悟ができた」「この訓練を受けることで

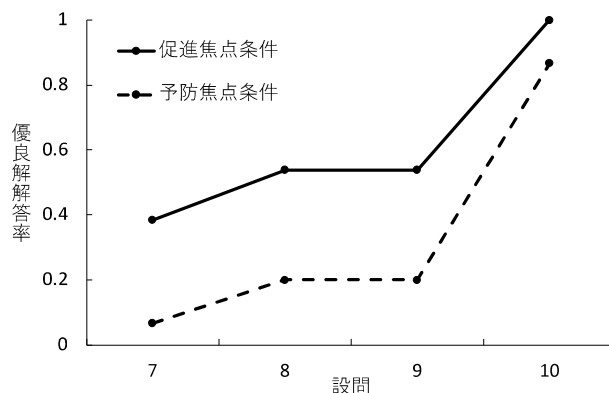


図1 設問7~10における制御焦点条件別最良解答率 (設問7-9 (準定常時) は基本解でも解けるがコップを使う回数の少ない優良解でも解け、設問10 (非定常時) は優良解のみ解けるもの)

緊急時の対応がよりよいものになると思った」など、レジリエントな安全行動の必要性への理解が高まるとともに、その能力を促進するためにこのような訓練が必要であることを認めた（図3）。この成果をR5年度に英文論文として投稿し、ラ・ロシェル（フランス）で開催された国際シミュレーション&ゲーミング学会で発表を行った。聴講者の反応は好評で、特にレジリエンスが高まったという効果について、発表後も関心のある研究者たちと議論を行った。この訓練はその後A社において自立的に展開されており、その結果のフィードバックを受けているが、効果が高いとの評価を得ている。

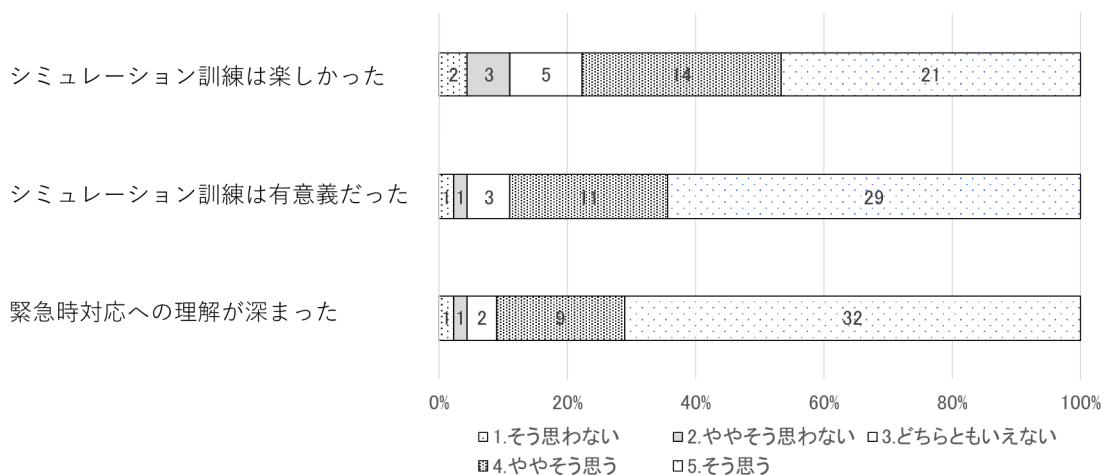


図2 ISERA に対する全体的評価（グラフ内の数値は人数）

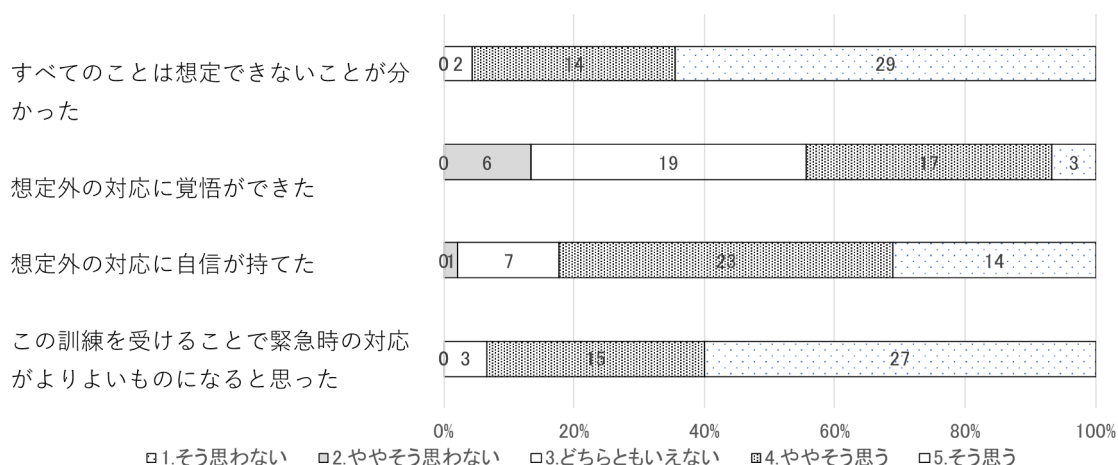


図3 レジリエントな対応を高める効果に関連した質問への回答（グラフ内の数値は人数）

本研究課題で得られた研究成果・知見等に基づいて、研究代表者の芳賀は、産業現場におけるレジリエントな安全行動の必要性に関する理論的な側面を解説した『失敗ゼロ（エラー）からの脱却 レジリエンスエンジニアリングのすすめ』を2020年にKADOKAWAから、レジリエントな安全行動を促進するゲームの意義と具体的手法を実務者向けに説明した『セーフティ II とは？「失敗を減らす」から「成功を増やす」へ』を2024年に中央労働災害防止協会から出版した。研究分担者の吉川はSimulation & Gaming誌に一連のEditorialを、重森も『ヒューマンエラーの心理学』を2021年に日科技連出版社から出版し、「産業ストレス研究」誌に論文を執筆するなど、それぞれが学会および産業界にむけて積極的な発信を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計29件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 芳賀 繁	4. 巻 81
2. 論文標題 レジリエンスを目指すマネジメントと心理的安全性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 病院	6. 最初と最後の頁 854-857
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kikkawa Toshiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Subtle Manipulation in Games	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Gaming as a Cultural Commons: Risks, Challenges, and Opportunities	6. 最初と最後の頁 171 ~ 183
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-981-19-0348-9_10	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 吉川 肇子・中村美枝子・杉浦 淳吉	4. 巻 31
2. 論文標題 オンラインで対話する：オンラインでのゲーム実施と対話的なレポート	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 シミュレーション&ゲーミング	6. 最初と最後の頁 50-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀 繁	4. 巻 65
2. 論文標題 レジリエンスエンジニアリングに基づく安全マネジメントと教育・研修	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 患者安全推進ジャーナル	6. 最初と最後の頁 78-83
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀 繁	4. 巻 63
2. 論文標題 レジリエンスエンジニアリングの安全マネジメントへの応用のための課題と実践：セーフティIIを目標とする安全マネジメントの実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本原子力学会誌「アトムス」	6. 最初と最後の頁 708-711
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀 繁	4. 巻 9
2. 論文標題 失敗から学び、成功を確かなものにするために	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教職研修	6. 最初と最後の頁 31-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀 繁	4. 巻 9
2. 論文標題 レジリエンスエンジニアリングに基づく医療安全：「失敗を防ぐ」から「成功を増やす」への転換	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 病院安全教育	6. 最初と最後の頁 31-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kikkawa, T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Subtle manipulation in games	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Gaming as a Cultural Commons: Risks, Challenges, and Opportunities. Springer Nature	6. 最初と最後の頁 171-183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-0348-9_10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kikkawa, T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Disaster Prevention and Awareness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transforming Society and Organizations through Gamification	6. 最初と最後の頁 335 - 350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-68207-1_17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀繁・吉川肇子・彦野賢・増田貴之・細田聡	4. 巻 34
2. 論文標題 ノンテクニカル・スキル/レジリエンス・スキルの教育訓練(2): シミュレーショントレーニングを中心に	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 産業・組織心理学研究	6. 最初と最後の頁 71-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀繁	4. 巻 75
2. 論文標題 新しい安全の定義としなやかな現場力	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 自動車技術	6. 最初と最後の頁 2-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉川肇子	4. 巻 90
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症におけるリスク・コミュニケーションの問題	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 869-876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 芳賀 繁	4. 巻 23
2. 論文標題 ヒューマンエラーと安全マネジメント：心理学の視点から	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 こころの未来	6. 最初と最後の頁 24-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kikkawa Toshiko, Kriz Willy Christian, Sugiura Junkichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Differences Between Facilitator-Guided and Self-guided Debriefing on the Attitudes of University Students	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Simulation Gaming Through Times and Disciplines	6. 最初と最後の頁 14 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-72132-9_2	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉川 肇子	4. 巻 2020年12月臨時増刊号
2. 論文標題 危機時のリスク・コミュニケーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業経済	6. 最初と最後の頁 32-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 重森雅嘉・芳賀繁・吉川肇子
2. 発表標題 促進焦点によるレジリエントな問題解決
3. 学会等名 日本心理学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigeru Haga, Toshiko Kikkawa, and Masayoshi Shigemori
2. 発表標題 Safety training using online scenario simulation
3. 学会等名 Work on Safety 11th International Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芳賀 繁
2. 発表標題 Just culture ~ヒューマンエラーは裁けるか~
3. 学会等名 明治大学自動運転社会総合研究所社会実装研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kikkawa, Toshiko
2. 発表標題 Plenary talk on "Simulation & Gaming: Past, Present, and Future"
3. 学会等名 52nd Annual International Conference of the International Simulation and Gaming Association (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芳賀 繁
2. 発表標題 しなやかな現場力を高めるための教育・研修
3. 学会等名 第44回産業安全対策シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kikkawa, Toshiko
2. 発表標題 Disaster Prevention and Awareness Education Using Simulation and Gaming
3. 学会等名 52nd Annual International Conference of the International Simulation and Gaming Association (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芳賀繁・吉川肇子
2. 発表標題 シナリオシミュレーションを用いたオンライン安全研修の試み
3. 学会等名 日本シミュレーション&ゲーミング学会2021年度春期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 重森雅嘉
2. 発表標題 ボードまたはカードを中心としたコミュニケーションゲームに含まれるコミュニケーション要素
3. 学会等名 日本心理学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芳賀繁・重森雅嘉・楠神健・北村正晴・申紅仙
2. 発表標題 日常作業の「うまくいっていること」から学ぶ実践的取り組み
3. 学会等名 産業・組織心理学会第141回部門別研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 芳賀 繁・吉川 肇子
2. 発表標題 シナリオシミュレーションを用いた安全研修の試み
3. 学会等名 日本シミュレーション&ゲーミング学会 春期全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉川 肇子・中村 美枝子・杉浦 淳吉
2. 発表標題 オンラインで対話する：オンライン授 業でのゲームを使った授業およびレポート
3. 学会等名 日本シミュレーション&ゲーミング学会2020年度秋期全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 重森 雅嘉
2. 発表標題 労働災害防止対策の批判的評価研修
3. 学会等名 日本心理学会 8 4 回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 重森 雅嘉
2. 発表標題 SAFETY-IIアプローチとしての作業のゆらぎ分析研修による安全への気づき
3. 学会等名 日本人間工学会第62回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 重森雅嘉
2. 発表標題 化学工業会社における「作業のゆらぎ分析研修」
3. 学会等名 産業・組織心理学会第141回部門別研究会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 芳賀 繁	4. 発行年 2020年
2. 出版社 KADOKAWA	5. 総ページ数 264
3. 書名 失敗ゼロからの脱却 レジリエンスエンジニアリングのすすめ	

1. 著者名 重森 雅嘉	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日科技連出版社	5. 総ページ数 184
3. 書名 ヒューマンエラー防止の心理学	

1. 著者名 芳賀繁	4. 発行年 2024年
2. 出版社 中央労働災害防止協会	5. 総ページ数 193
3. 書名 セーフティIIとは？「失敗を減らす」から「成功を増やす」へ	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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 分 担 者	重森 雅嘉 (Shigemori Masayoshi) (00426149)	静岡英和学院大学短期大学部・その他部局等・教授 (43803)	
研究 分 担 者	吉川 肇子 (Kikkawa Toshiko) (70214830)	慶應義塾大学・商学部(三田)・教授 (32612)	

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