

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350458

研究課題名(和文)安全管理活動の成熟化にビッグデータを活用する：モチベーションを持続させる情報提供

研究課題名(英文) Utilizing big data for the next-generation safety management system: Information provision to maintain workers' motivation

研究代表者

中西 美和 (NAKANISHI, Miwa)

慶應義塾大学・理工学部(矢上)・准教授

研究者番号：70408722

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、組織における安全管理活動の成熟化をねらいとして、従事者の安全管理活動に対するモチベーションを持続させる方法を提案・検証した。特に本研究では、人のモチベーション(内発的動機づけ)を誘発する一要因は、その個人が持つ内的特性との「適度なずれ」であるという心理学理論を工学応用し、従事者がそれぞれに有し、また経時的に変化する内的特性をデータとして、それと「適度なずれ」を持つ情報を提供することで、安全管理活動への内発的動機づけを持続させる方法を、実データ収集に基づく数理科学的アプローチを通して提案した。また、提案方法の有効性を実験によって検証した。

研究成果の概要(英文)：In psychology, there is a theory that intrinsic motivation is increased through internal specifics and suitable gap in each aspect of emotion, cognition, and ability for the object. In this paper, to construct a method to maintain motivation for safety management activities, we report 1) distance quantification with each worker's internal, specific, and safety management activities and 2) the identification of suitable gap between them. We investigated workers, and positioned a plot in the three-dimensional space of each safety management activities constructed for every worker in a scale of 0-1 on every axis of emotion, cognition, and ability. The results shows that the plots with highest motivation was concentrated in a scale of 0.2-0.4 on the axes of cognition and ability. We hypothesized that we could maintain the intrinsic motivation by repeatedly providing information on the motivated activities, and we verified the same through experiments.

研究分野：人間工学/ヒューマンファクターズ

キーワード：安全管理活動 モチベーション ビッグデータ

1. 研究開始当初の背景

今日、我が国の保安を要する組織の安全管理活動のレベルは、諸外国に比しても非常に高く、総体的に見て成熟しつつあるといつてよい。トラブルの発生頻度の高い、いわば安全管理活動の発展途上段階では、「トラブル件数を半減させる」などのわかりやすい目標を提示しやすく、またそれに対する構成員のモチベーションも一意に揃いやすい。一方、我が国の多くの組織が達している現状のように、既にトラブルの発生頻度が非常に低いレベルにまで抑えられている、いわば安全管理活動の成熟段階では、単純にトラブル件数などの結果指標を用いて構成員のモチベーションを刺激することは、必ずしも適切ではない。一見、充実した安全管理活動を行っている組織が、事故や不祥事を引き起こすのも、活動のマンネリ化による構成員のモチベーションの低下を突いた一時であることが多いのも事実である。

ヒューマンファクターの領域では、「1件の重大事象の陰には、29件の中程度の事象と300件の軽微事象とがある」というハインリッヒの法則(Heinrich, 1931)を礎に、組織の安全管理活動を進展させる重要な取り組みとして、ヒヤリハット等の「自発的報告」の重要性を挙げており、自発的報告を効率的に収集する電子的なシステムの提案や、報告によって収集されたデータの分析手法について研究が進められてきた。実際に、医療や航空、プラント、鉄道など、保安を要する組織の多くが、規模や程度には差があるものの、トラブル情報やヒヤリハット等を収集する仕組みや制度を有している。しかしながら、やはり、このような仕組みや制度が整えられても、「自発的報告」である以上、構成員のモチベーションが前提となるため、それへの刺激が効果的になさねなければ、やがて形骸化しマンネリ化してしまうということを、安全管理活動の成熟しつつある多くの組織が悩みとして抱えている。

このような構成員の安全管理活動に対する自発的なモチベーションは、心理学における内発的動機づけの一種として解釈できる。特に最近の心理学研究では、人の内発的動機づけは、対象との情動・認知・能力の各側面における「適度なずれ」によって高まるということが理論づけられている(Dember & Earl, 1957; Berlyne 1965; Hunt, 1965)。先行研究では、この理論に着目して、人に「利用してみたい」という気持ちを抱かせるプロダクト・サービスのデザイン手法について提案し、実験的な検証結果を報告した(平成23年度、24年度 文部科学省 科学研究費補助金(若手研究(B)), 「好奇心」を誘発するプロダクト・サービスのデザイン手法開発)。この報告では、個人の興味・関心の対象項目に基づいて、それと「適度なずれ」を持つ内容の情報をプロダクト・サービスに演出することによって、利用の意欲が促進されることを実証

している。

2. 研究の目的

本研究では、安全管理活動における組織の構成員の自発的なモチベーションを持続させることをねらいとして、上記の研究の拡張及び展開を試みる。具体的には、経時的に変化する構成員の内的特性をより多くの複雑な項目から捉え、それと「適度なずれ」を持つ安全関連情報を導出し、継続的に提供することによって、安全管理活動に対するモチベーションを持続させる手法を構築、その効果を実験的に検証する。

3. 研究の方法

(1) 従事者各人の内的特性と安全管理活動との位置関係の定量化

安全管理活動の調査

まず、代表的なハイリスク産業として、医療、航空、鉄道、プラントの4業種を選定し、計14の組織(医療(3)、航空(4)、鉄道(4)、プラント(3))が公開している報告書及び関係者へのヒヤリングから、計95種類の安全管理活動を抽出した。次に、それぞれの活動内容を特徴づける切り口をブレインストーミングにより列挙し、それらをKJ法によって12項目、すなわち参加形態(能動的 or 受動的)、実習の有無、活動内容がポジティブかネガティブかなどの項目に分類した。さらにこれら12の観点で、抽出した95種類の安全関連情報の各々をクラスタ分析(K-means法)によって、連絡・報告系、安全啓発系、基本動作系などの13系統に分類し、特徴づけした。

従事者各人の内的特性と安全管理活動との距離の定量化

前述した業種に当てはまる組織の従事者70人(プラント関連A社20人、鉄道B社35人、プラント関連C社15人)を対象に、13の安全管理活動の系統について、3つの観点での一対比較評価のアンケートを実施した。このアンケートでは、i)「個人的にどちらの活動がより楽しいと思うか(情動)」、ii)「個人的にどちらの活動がより効果的だと思うか(認知)」、iii)「個人的にどちらの活動をより習得できていると思うか(能力)」の3つの観点で、安全管理活動13系統を全組み合わせで対し、フリースケールの比較評価を求めた。また、加えて、モチベーションの程度を問うべく、「個人的にどちらの活動により関心があるか(興味・関心)」の質問項目に対しても同様に、一対比較評価(フリースケール)のアンケートを実施した。

一対比較評価によって得たデータをScheffe法に適用し、回答者ごとに、13系統の安全管理活動に対する態度を上述の3つの観点で定量化した。例として、ある回答者の「情動」の観点(個人的にどちらの活動がより楽しいと思うか)での分析結果を図1に示

す。この例では、当該回答者にとって、訓練・実習系の活動は最も「楽しい」と思う活動、また、会議系の活動は最も「楽しい」と思わない活動であり、その間に布置された各活動がどのぐらい「楽しい」活動であるのかを、相対的ではあるが、定量的に示している。

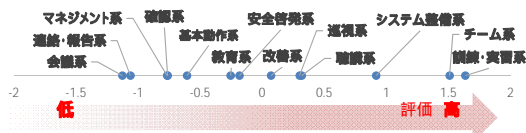


図1 ある回答者の各活動に対する評価結果（「情動」(個人的にどちらの活動がより楽しいと思うか)の観点から)

このようにして得られる回答者各人の3観点から見た分析結果は、各人が各種安全管理活動に対して、どのような主観的態度を持っているかを定量的に表現したものと言える。そこで、各回答者について、情動、認知、能力の各観点で構築される三次元空間内に13系統の安全管理活動を位置づけ、これを各人の安全管理活動に対する態度特性として理解した。図2に、同回答者の各種安全管理活動に対する態度特性を例示する。グレーの平面は能力の観点における0の平面を表している。この回答者の場合、訓練・実習系やチーム系の安全管理活動には3つのいずれの観点でも高い主観的態度を示しているのに対し、連絡・報告系や会議系の安全管理活動には、いずれの観点でも低い主観的態度を示していると理解できる。

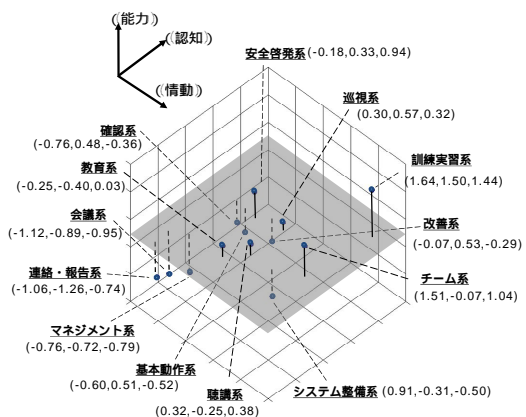


図2 ある回答者の各種安全管理活動に対する態度特性

全回答者の安全管理活動に対する態度特性のスケール統一化

各安全管理活動に対する「モチベーション」の観点(個人的にどちらの活動により関心があるか)でも同様に、Scheffe法を用いて一対比較評価のデータを分析した。その上で、次に、上記のようにして得た各種安全管理活動に対する態度特性とそれらに対するモチベーションの関係、言い換えれば、どのような態度傾向の安全管理活動に対して、従事者らは高いモチベーションを抱く傾向があるのかを探るべく、さらなる分析を行うこととした。まず、全回答者のデータから傾向

を見いだすために、回答者ごとの態度特性空間のスケールを統一すべく、各回答者について、情動、認知、能力の各軸上で、最も高い評価を得た活動の値を0、最も低い評価を得た活動の値を1として、0-1の間に全ての安全管理活動を付置し直した。次に、全回答者のデータから、各種安全管理活動に対する態度特性とそれらに対するモチベーションの関係(傾向)を見るために、各回答者の情動、認知、能力の態度特性を0-1スケールで表現した空間を、全回答者分重ね合わせた。この結果を図3に示す。なお、回答者ごとに各種安全管理活動の配置は当然異なるが、ここでは、態度特性の空間における各種安全管理活動の位置づけとモチベーションの程度との関連性を全回答者の傾向として理解するための検討材料として、図3を意味づけた。

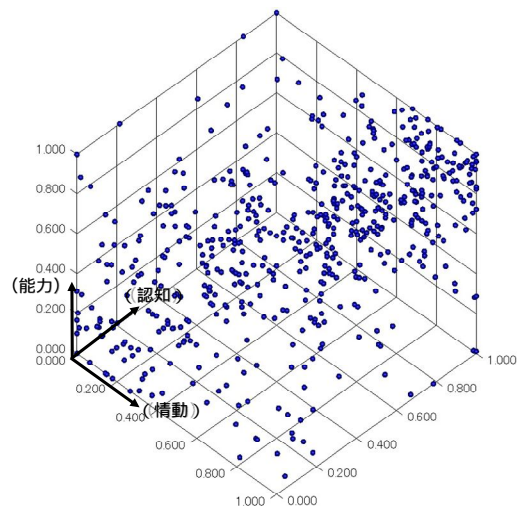


図3 全回答者の各種安全管理活動に対する態度特性(スケール変換後)

4. 研究成果

回答者各人の安全管理活動に対する態度特性とモチベーションの関係

図4は、図3の各プロットにモチベーションの観点での評価値に応じて色をつけたものである。評価が高いほど赤く、低いほど青い。この図から、総じて、原点から遠いエリアには、モチベーションの観点での評価が低い安全管理活動が集まっていることが見て取れる。

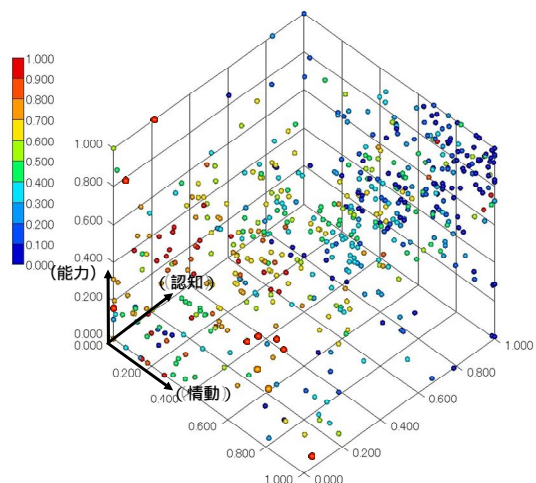


図 4 全回答者における安全管理活動に対する情動、認知、能力の観点での評価値とモチベーションの観点での評価値の関係

そこで、さらに、わかりやすさのため、この空間(図4)を、図5のように各軸0.2刻みのグリッド状に分割し、各エリアの安全管理活動のモチベーションの観点での評価値(平均)を算出した。なお、エリア内に存在する安全管理活動の数が2以下の場合、平均値は算出できないものとして、グレーで示した。また、参考として、モチベーションの観点での評価が平均的に高いエリア、すなわち赤やオレンジのエリアに含まれた各種安全管理活動の系統及び件数も図中に付した。

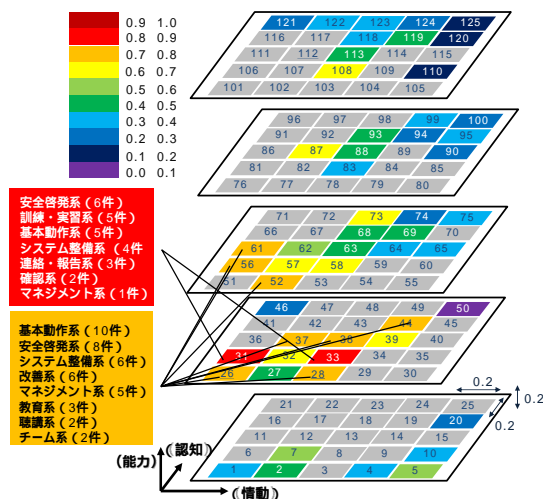


図 5 全回答者における安全管理活動に対するモチベーションの観点での評価値

結果から、赤及びオレンジのエリアは、能力の観点において、原点から0.2-0.6程度離れた位置に集中的に存在する傾向が見られ、情動及び認知の観点においては0.0-0.8の距離にある比較的広い位置に分布していることがわかる。また、特にモチベーションの観点での評価が高い赤のエリアは、能力、認知の観点では原点から0.2-0.4程度離れた位置で見られ、原点に最も近い0.0-0.2のエリアでは見られないこともわかる。一方、情動の観点で見ると、概して原点から遠ざかれば遠ざかるほどモチベーションの観点での評価は徐々に低くなる傾向が見て取れる。また、能力の観点において原点から最も近い0.0-0.2のエリア、0.6-1.0のエリア、情動と認知の2観点における0.6-1.0のエリアではモチベーションの観点での評価が高い安全管理活動は少ない傾向にあることもわかった。これらのことを言い換えて解釈すると、効果的だとは思えず修得もしていない安全管理活動に対しては、モチベーションは低く、逆に自身が効果的だと認めていて、かつ既によく修得していると感じている安全管理活動に対しても、モチベーションは低い。一方、モチベーションを特に高く感じられる傾向

の強い安全管理活動は、自身にとって未だ高い効果を認めるには至っていないがその余地があるもの、かつ完全に習得したとは言えないがその余地があるものと解釈できる。また、安全管理活動に対するモチベーションは、それ自体の楽しさが大きいほど高くなることも示唆された。

なお、モチベーションの観点での評価が高いエリアに含まれた安全管理活動は、その系統に大きな偏りは見られない。このことから、上述した態度特性の空間における位置づけとモチベーションの程度との関係は、特定の安全管理活動の系統によるものではなく、また、回答者らが共通的に高いモチベーションを抱く安全管理活動が存在するわけではないことも示唆された。

結果に基づく安全管理活動におけるモチベーション維持方法の一提案

現場における安全管理活動は、継続的なプログラム、カリキュラム等の中で多側面から行われることが多いが、上記の結果を応用すれば、各人のその時点で持つ安全管理活動への態度特性に応じて、特に高いモチベーションを抱くと予想される安全管理活動を導出し、それを踏まえて安全管理活動のプログラム、カリキュラムを構成することを、マンネリ化しがちな安全管理活動をより持続的に活性化できる一方法として提案できる。

検証実験

今日は情報の機密性が高く、従事者を対象とした検証実験を行うに至らなかったため、対象を学生とし、安全管理活動の代替として健康管理活動を選定した。

健康管理活動における「適度な刺激(最適な刺激の水準)」の調査のために、安全管理活動のケースと同様、健康管理活動の情報を収集し、11系統に分類、一対比較によるアンケート調査を22歳~25歳の大学生を対象に行った。その結果、安全管理活動と同様に、認知・能力の観点で原点から0.2-0.4程度離れた位置にある健康管理活動の系統に、より高いモチベーションを抱く傾向が示唆された。続いて、先の回答者とは異なる学生30名を実験参加者とし、各人における上記の位置を調べた。実験参加者を適度な刺激(最適な刺激)の情報のみ与えるグループ、全ての系統の活動からランダム抽出し情報を与えるグループ、情報を何も与えないグループの10名ずつ3グループに無作為に分け、各グループに相当する系統の健康管理活動に関する情報を、スマホを通じて提供した。実験期間は6日間で、グループには毎日1回情報を与えた。いずれのグループの実験参加者に対しても、事前の教示として、日常生活の中で健康に関する活動に取り組んだ際は、スマホを通じてその旨を実験者に報告するよう伝えた。実験は3クールに渡って実施した。

健康管理活動に取り組んだ回数の各グループ平均を表1に示す。

表1 健康管理活動に取り組んだ回数の各グループの平均

	グループ： 最適刺激の情報	グループ： ランダムな情報	グループ： 情報無し
情報を与えた回数	60回 (毎日1回×6日間 ×10人)	60回 (毎日1回×6日間 ×10人)	0回
健康管理活動に取り組んだ回数 (第一クール)	平均：12.9回 標準偏差：2.91	平均：8.2回 標準偏差：4.02	平均：0.7回 標準偏差：0.78
健康管理活動に取り組んだ回数 (第二クール)	平均：11.0回 標準偏差：2.93	平均：7.0回 標準偏差：3.82	平均：0.4回 標準偏差：0.49
健康管理活動に取り組んだ回数 (第三クール)	平均：10.7回 標準偏差：2.65	平均：6.1回 標準偏差：3.51	平均：0.5回 標準偏差：0.50

表1より、情報を与えなかったグループに比べ、なんらかの情報を与えたもののグループではメモの回数が多かったことがわかる。さらに、グループとを比較すると、前者の方がより多くの健康管理活動に取り組んでおり、このことは、各人の健康管理活動における態度特性から「適度にずれた」エリアの系統の情報を与えたとき、より積極的に健康管理に関する行動に出ていることを表している。また、グループとについて、全メモ数のうち、「与えられた情報の活動を行った上で、与えられた情報以外の活動を行った」というメモであった割合を調べたところ、グループでは38.0%(=49/129)、グループでは15.9%(=13/82)となり、このことから、前者のほうが与えられた情報内容の域を超えてより創造的に健康管理に関する行動を実際に行っていたことがわかった。

なお、ここでは、組織・集団で取り組むべき活動に個人を自発的に向かわせるために提案した方法を、健康管理活動の促進をケーススタディとして実験的に検証したが、安全管理活動の促進をケースとしたアンケートベースの検証(鉄道会社1社、プラント会社2社を対象)においても、ほぼ同様の有効性を見出している。この検証では、鉄道A社15人、医療B社30人、製造C社21人の計66人を対象に、個々の具体的な安全管理活動一つ一つに対して、“取り組みたい”を5段階(取り組みたい：5、どちらかといえば取り組みたい：4、普通・どちらでもない：3、どちらかといえば取り組みたくない：2、取り組みたくない：1)で評価させ、最高評価にあたる5点をつけた場合のみ、その理由も合わせて聞いた。さらに、従事者各人の態度特性を定量化し、最適刺激水準(適度なずれ)にあたる安全管理活動の系統を導出した。導出に際して、先の結果では、情動の観点については、最適刺激水準(適度なずれ)が明確に定量化できていないため、認知と能力の観点で原点から0.2-0.4程度ずれたエリアにある安全管理活動の系統を最適刺激水準として導出した。次に、各々の従事者で導出された安全管理活動の系統に属する活動について、紙面によるアンケートで取得したモチベーションの観点における評価と照合し、分析した。具体的には、最適刺激水準であると導出

された安全管理活動の系統に属する活動が一つでも5点(取り組みたい)もしくは4点(どちらかといえば取り組みたい)の高評価が与えられた場合に、最適刺激水準として従事者のモチベーションを誘発する有効性が示されたと定義し、有効性が示された安全管理活動の系統数について調査した。当然のことながら、従事者によっては、複数の安全管理活動の系統が最適刺激水準として導出される場合が考えられる。計66人の従事者の結果を表2に示す。

表2 組織別の有効性が示された安全管理活動の系統数

	鉄道A社	医療B社	製造C社	計
対象人数	15人	30人	21人	66人
認知・能力の観点で原点から0.2-0.4程度ずれたエリアに該当する安全管理活動の系統数	17	35	24	76
評価：5の系統数 (取り組みたい)	9	19	12	40
評価：4の系統数 (どちらかといえば取り組みたい)	6	9	7	22
評価：3以下の系統数	2	7	5	14
自発的なモチベーションを誘発する可能性が示された系統数の割合	88% (=15/17)	80% (=28/35)	79% (=19/24)	82% (=62/76)

結果から、認知・能力の観点において原点から0.2-0.4程度ずれたエリア(最適刺激水準)に該当する安全管理活動の系統に属する活動に対して、より「取り組みたい」と感じる傾向が見られた。また、認知・能力の観点のみならず、情動の観点においても評価が高いほど(楽しければ楽しいほど)、高いモチベーションを誘発する可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

片山恵二郎, 中西美和: 安全管理活動に対する個人の態度特性と自発的なモチベーションとの関係-内発的動機づけに関する心理学理論を応用して, ヒューマンファクターズ, 査読有, 21(1), 24-33, 2016.

〔学会発表〕(計4件)

片山恵二郎, 中西美和: 人を行動に向かわせるための情報提供方法に関する研究, -内発的動機づけに関する理論を応用して-, 日本人間工学会 46 回関東支部大会, 高崎経済大学(群馬県・高崎), 2016年12月4日.

片山恵二郎, 中西美和: 安全管理活動に対する個人の態度特性と自発的なモチベーションとの関係-内発的動機づけに関する心理学理論を応用して, 日本プラント・ヒューマンファクター学会平成28年度大会, 原子力安全システム研究所(福井県・三方郡), 2016年9月15日.

K. KATAYAMA, M. NAKANISHI: Stimulation of voluntary motivation toward safety management activities: activity inactivation by mannerism, Proceedings of the 7TH International Conference on AHFE(Applied Human

Factors and Ergonomics), Florida(USA),
Vol.487, 307-316, (2016).

片山恵二郎, 平野亮, 中西美和: 安全管理活動に関する情報のクラスタリング,
日本プラント・ヒューマンファクター学会第6回ポスターセッション, 日本大学
(千葉県・習志野市), 2014年9月12日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中西 美和 (NAKANISHI Miwa)

慶應義塾大学・理工学部・准教授

研究者番号: 70408722

(2) 研究分担者

なし。

(3) 連携研究者

なし。

(4) 研究協力者

平野 亮 (HIRANO Ryo)

片山 恵二郎 (KATAYAMA Keijiro)