

令和 2 年 9 月 14 日現在

機関番号：35301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16367

研究課題名(和文)複数事例の進展統合化グラフによる事業所内の潜在的リスク可視化システムの開発

研究課題名(英文) Development of a software system for visualizing potential risks in business establishments using integrated network graph method

研究代表者

箕輪 弘嗣(MINOWA, Hirotsugu)

岡山商科大学・経営学部・准教授

研究者番号：50464300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：各事業所では事故の再発を防止すべく事故、Near-missに関する事例データを収集、解析し、事故の再発防止を試みてきた。しかし、類似事故は再発しており、解析は十分であるとは言い難い。問題は、多量の事例データの解析を、従来の慣例で「主に人が解析している」という点である。本研究は、専門家が不在でも低負担で保全できるようリスク評価・リスク除去のサイクルをコンピュータで実現できる対策支援システムの実現を目的とする。提案した事例の進展の解析法の可視化ソフトウェアを実装した。また、本手法を応用して、知能ベースな巡回支援システムを提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

テキストマイニングにおいて主力となるのが、可視化技術である。主な可視化手法が図式化であるが、事象の流れや進展の可視化は十分とは言い難い。しかし、人の情報処理能力では、多量のデータを把握する事は難しく、データを理解し、利用へすすめるためにも可視化技術は欠かせない。本研究は、その可視化技術の一つとして、事例データから事象の進展の可視化するソフトウェア技術の開発を進めた。

研究成果の概要(英文)：In order to prevent the recurrence of accidents, each business site has collected and analyzed case data on accidents and near-misses, and has attempted to prevent recurrence of accidents. However, similar accidents have recurred, and it is hard to say that the analysis is sufficient. The problem is that people mainly analyze a large amount of case data. The purpose of this study is to realize a countermeasure support system that can realize a cycle of risk assessment and risk removal by computer so that even if an expert is absent, maintenance can be performed with low burden. The visualization software of the analysis method of the progress of the proposed case is implemented. In addition, by applying this method, we proposed a traveling support system based on intelligence.

研究分野：情報処理

キーワード：Visualization Network graph Network Analysis Text Mining Risk Assessment

## 1. 研究開始当初の背景

各事業所では事故の再発を防止すべく事故、Near-miss(以後、ヒヤリハット。ヒヤリハットは事故一步前まで至った事例を指す)に関する事例データを収集、解析し、事故の再発防止を試みてきた。しかし、類似事故は再発しており、解析は十分であるとは言い難い。問題は、多量の実例データの解析を、従来の慣例で「主に人が解析している」という点である。人は事例を深く読み解く解析は得意だが、多量の実例を比較して傾向や関連性を解析する事は不得手である。

そのため、従来法では多量の実例データを網羅した統計的な知見の獲得が困難な問題がある(課題 1)。加えて、コスト削減の時代の流れから、専門家を雇用して解析する事が難しい現状がある(課題 2)。そのため、リスク評価・リスク除去のサイクルを定期的の実施し、事業所の保全を保つには、記憶力と処理能力が優れたコンピュータ(電算機)を用いた低負荷な解析技術の確立は必要不可欠である。

一方、コンピュータ解析の研究もなされているが、事例解析技術は十分に確立されていない。事例解析用途の製品には、IBM Content Analytics や野村総研 True Teller などがある。しかし、これらの製品は要因を統計的に処理した結果を主に提示するだけで、解析には専門的知識が必要である。進展を考慮したコンピュータ解析技術の先行研究があるが、危険性がある事象や進展を抽出する迄に留まっている(課題 3)。また、他の情報収集手段として、事業所内の状況の把握には、ウェアラブル PC を用いるライフログがある。しかし、ライフログは未加工なセンサデータであるため、解析結果が何を意味しているか専門的な解釈を必要とする問題がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目指す処は、先述した課題 1、2 を解決し、専門家が不在でも低負担で保全できるようリスク評価・リスク除去のサイクルをコンピュータで実現できる対策支援システムの実現を目的とする。

申請者らの先行研究は、事例内の共通要因に基づき、事業所の現在と過去の事例を結び付ける独自手法で、事業所の潜在的リスク評価を実現し、課題 3 をクリアした。本申請では、申請者らの先行研究を進展させ、事例データから事業所内のリスクを包括的に評価するコンピュータ技術を確立する。

## 3. 研究の方法

提案した事例の進展の解析法の発展、および、実装のための研究を実施する。そのために、ソフトウェア実装のための手段を模索、試作を試みる。

## 4. 研究成果

### 4.1 進展可視化 Viewer ソフトウェアの開発

本 Viewer ソフトウェア・システムでは、事故への進展の経緯が記された項目、最終的な事象などが記載された事例データを、項目別に入力する事によって、事象の進展を解析し、文で最も重要な構成を担っている主部と述部を元にした進展を可視化(グラフ化)するシステムである。

本システム内部では次の処理を実施

#### (1) 前処理

(ア) 表記、語尾の訂正など解析のための体裁などの調整

句読点の統一

体言止めの修正

#### (2) 文の構造解析

(ア) 係り受け解析に基づいた品詞と係り受け関係の解析

(イ) 専門用語や連体語の抽出し、データフレーム形式へ加工

係り受け解析器 Cabocha の内部で行われる形態素解析では、最小の品詞単位に分解されてしまうため、専門用語も分解された解析結果が出力される。分解されてしまった単語の意味は、意図する言葉とは全く異なった意味となってしまう。そのため、特定の用語へ復元する機能を実装し、グラフ化する際は、復元した用語をノードとして表示するようにした。

(ウ) 主体・述部の解析、不要な単語の除去

主体と述部は、主に主語と述語で構成されているが、日本語においては、主語の省略が多く、抽出は困難がある。短文における主語・述語の関係に基づいた本サ

ブシステムの抽出の精度は約 60%-70%であった。この結果は、ある事故事例データに基づくイラストから諸学生の協力を得て作成した説明文を解析した結果であり、文章の内容によって抽出精度は変わる可能性がある。

- (3) データ構造の構成：可視化に適した形にデータ構造に落とし込み
- (4) 可視化：上記に記したデータ構造に落とし込んだデータを読み、データに基づくグラフを構築する。構築したグラフは画像に書き出しできる。

開発した Viewer ソフトのグラフ化した結果のうち、紙面の関係で、全体を小さく可視化できる結果を図 1、図 2 に示す。PEC-SAFER 事故事例集より抽出したデータを基にグラフ化し PNG などの画像フォーマットで書き出す事ができる。

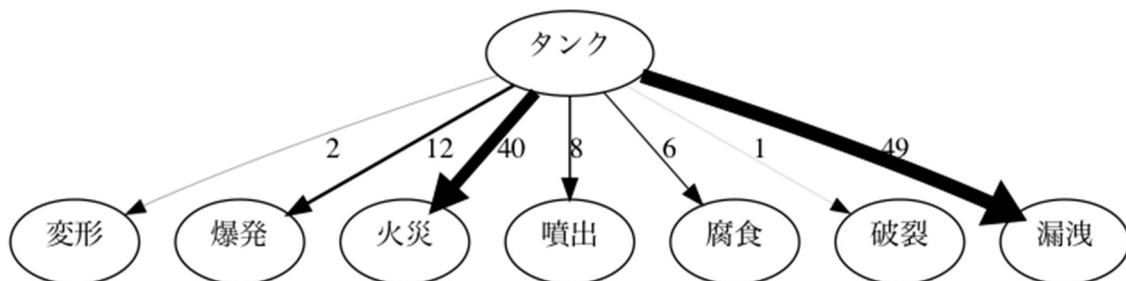


図 1 短縮可視化例 1: タンクから生じる不具合

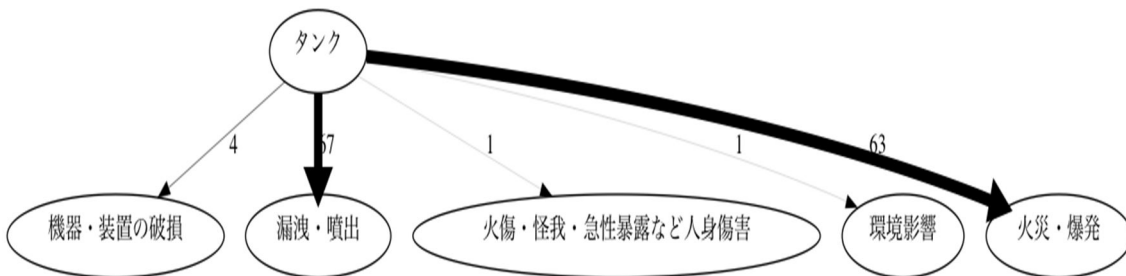


図 2 短縮可視化例 2: タンクから生じる事故の分類可視化

#### 4.2 応用事例：巡回事例の進展解析から支援システムの提案

近年、危険物施設における火災及び流出事故の合計件数は、2007 年をピークとし、その後も高い水準で推移している。また、1989 年以降を、事故が最も少なかった 1994 年と比べると、危険物施設数は減少しているにもかかわらず、事故件数は約 2 倍に増加しており対策を要している。筆者らはパトロールに防止の可能性を探るべく、火災、流出に関して石油・石化に関する事故事例集である PEC-SAFER423 件を調べてみたところ、パトロールで異常を発見した事例は 29 件と約 1 割弱もあった。

パトロールは事故防止/最小化の役割を果たしてきたが、パトロールの方法、基準は事業所毎に設けられ実施方法は異なる。作業手順書を設けている事業所もあれば、OJT で鍛えた巡回者の自主性で運用する場合もある。この事業所ごとのパトロール基準が異なる点は、パトロールの質を統一化できる手立てがない事に起因している恐れがある。そこで、各事業所に統一的なパトロールができることは重要であると考えた。

そこで本応用事例の研究では、事故事例に基づきパトロールの実施手順書の半自動生成、および、その手順書に沿ってパトロールを支援する HI システムについて提案した。本システムにより、パトロール実施を記録、可視化でき、パトロールの質を担保する事ができると考える。この意図は、手順が不明確によるチェック漏れといったヒューマンエラーを防止し、かつ、経営的に安全実施のコンプライアンス遵守を明確化するという利点を有するためである。

応用事例の研究では、事故事例からチェックリストを生成する理由、パトロールのためのオントロジー形態の定義、このパトロールの実施手順を半機械的に生成する手法の詳細、パトロールを支援するための WearablePC のシステムの形、および、試作結果について報告する事に繋がった。

提案解析法において、進展を解析した所、パトロール(/巡回)における進展が結果的に(主格){巡回者|発見者}{発見(した)}(述格)となったのは、23 件の約 1 割弱の事例であった。異

常の発見手段を PEC-SAFER 事故事例集から抽出したところ、発見手段は、視覚による視認異常知覚、嗅覚による異臭知覚、聴覚による異音知覚の3種類であった。その内訳は視認による発見割合が83%、嗅覚による発見が3%、聴覚による発見が2%であり、視認による異常発見数の割合が圧倒的に高い。加えて、異臭や異音は原因箇所から広がるため、近くを通過する事で感知できるが、異常発生箇所を視覚的に捉えるには、必ず視認する必要がある。そのため、本研究は目視での確認を支援する事に絞った支援システムの確立を目指すことに繋がった。

また、抽出した進展を基に巡回者支援のためのオントロジーについての提案、および、巡回者支援のための WearablePC システムの開発へ繋がった。本システムは、巡回者に負担を抑えつつ、巡回タスクの実施正確性を向上すべく、巡回すべき箇所の確認を2次元バーコードのマーカとしてヘッドマウントディスプレイ(以下 HMD)に備えたカメラで撮影する事で自動的に巡回した事実を記録する事ができるシステムである。進展解析結果を取り入れたオントロジーを用いる事で、HMD を通して様々な支援の実現を実施する知識基盤の構築に本申請の研究は役立った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hirotsugu MINOWA, Kazuhiro TAKEDA, Yukiyasu SHIMADA, Tetsuo Fuchino, Yoshihiro SATO	4. 巻 5
2. 論文標題 Design and implementation of MOC Supporter: software system supporting management of change to realize flexible procedure control and accurate cause analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Information Engineering Express International Institute of Applied Informatics	6. 最初と最後の頁 47-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="http://orcid.org/0000-0003-4513-8989">http://orcid.org/0000-0003-4513-8989</a>	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5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 箕輪弘嗣
2. 発表標題 電算機を用いた統計的解析に基づく複数事例の進展の可視化の実現
3. 学会等名 化学工学会 第49秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 箕輪弘嗣
2. 発表標題 共通要因としての単語に注目した事象の進展の統合化・可視化
3. 学会等名 第 16 回情報科学技術フォーラム(FIT2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hirotsugu Minowa , Ryo Samemoto
2. 発表標題 Stamp Rally Application Development for Building an Information Collecting Platform to Promote the Use of Local Resources
3. 学会等名 Proc. of 6th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箕輪弘嗣, 張楚歌
2. 発表標題 タッチパネル式バルブ UI における疑似触覚呈示法の試作と評価
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 箕輪弘嗣, 横井優樹
2. 発表標題 事例データに基づく包括的な巡回支援システムの研究
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

箕輪弘嗣, 機械学会 産業・化学機械と安全部門のNews letter, No.33, p.2, (2018).
--

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