

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：12608

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21052

研究課題名（和文）生活環境下致死性状況の二度なしを可能とするリスク免疫情報学創生の実証的検討

研究課題名（英文）Risk immunizing informatics for learning and preventing fatal injury situations in daily environments

研究代表者

西田 佳史（Yoshifumi, Nishida）

東京工業大学・工学院・教授

研究者番号：60357712

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、病原体に対して免疫が持っている「抗原の多様性に対する予防機能の特異性」を情報学の観点から再現し、生活環境下の致死性状況の対応へと応用した「リスク免疫情報システム」の構築を通じて、多様性と特異性を両立させる新たなリスクマネジメントの可能性を探索することにある。提案を実証的に進めるために、子どもの事故予防という社会的要請高いテーマへの応用を念頭に、事故情報データベース機能と、学習能力を備えた人工知能の機能とを統合することで、危険や対策の知見を現場で活用可能にする動的分散リスクマネジメントの実現可能性を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

事故という現実問題解決を行う上での技術的課題は、因果データ取得困難性、状況多様性を扱うことの困難性、ポアソン分布的挙動による限界の3つの困難性があり、従来のリスクマネジメントでは対応できない問題に対する、人と人工知能との協調時代に適合した新たな動的分散制御の方法論が求められている。これに対し、本研究では、免疫の持つ仕組みを、事故予防の分野に適用し、数理的・目的指向的に再現することで、3つの問題を解決した新しいアプローチ「リスク免疫情報学」確立を本研究の長期的な狙いとして、ビッグデータ保有機関との連携によるデータサイエンスの検証、保育所との連携による基本検証を進めた。

研究成果の概要（英文）：The biological immune systems of organisms respond to new sources of risk that arise in everyday life. This study proposes the concept of a societal immunization system in which the effective function of an immune system providing protection from pathogens is applied to protection from the risk of fatal accident in the living environment. To confirm the feasibility of the concept, we focus on problems of child fatalities. This study developed a prototype system of a societal immunization system for living safety. The developed system consists of knowledge graphs for explaining dangerous situations, an online video capturing part, and a situation recognition part. The feasibility and effectiveness of the system was evaluated through tests among parents and kindergarten carers. The system allows the lecturer to conduct in situ suggestion on specific preventive measures adapted to the home environment via online learning.

研究分野：人間情報学、安全工学、機械工学、人工知能

キーワード：免疫学 機械学習 安全工学 小児安全 傷害予防 状況認識 行動モデル 疫学

1. 研究開始当初の背景

人生100年時代の到来により、心身機能が変化する人が安全を確保し、健やかに成長し、また高度な社会参画が営める新たな社会の構築が世界目標 (SDGs の重要な要素) となっている。しかし、現場を担っている実務者、ビッグデータ保有機関などが有機的に結びつくことがなかったため、特に、心身機能が変化する世代において、重症事故が繰り返され、たまたま近くにいる実務者や管理者が処罰されるという負のサイクルが繰り返されている。本研究課題で取り上げる子どもの事故は、わが国の子どもの死亡原因の中の第2位であり、その対策が、子どもの健康問題、子育て中のケアラーの支援の観点から、喫緊の課題である。重篤な事故を予防しつつ、発達上不可欠な子どもの失敗やチャレンジを許容してくれる環境デザインの支援技術が求められている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、病原体に対して免疫が持っている「抗原の多様性に対する予防機能の特異性」を情報学の観点から再現し、生活環境下の致死性状況の対応へと応用した「リスク免疫情報システム」の構築を通じて、多様性と特異性を両立させる新たなリスクマネジメントの可能性を探ることにある。

3. 研究の方法

提案を実証的に進めるために、子どもの事故予防という社会的要請高いテーマへの応用を念頭に、事故情報データベース機能と、学習能力を備えた人工知能の機能とを統合することで、危険や対策の知見を現場で活用可能にする動的分散リスクマネジメントの実現可能性を検証する。本研究課題で扱うリスク免疫情報システムは、以下の機能から構成されるものである。1) 致死性状況学習機能：過去起こった事故状況と物体の形状特徴が紐づいた知識データベースを作成することで、日々変化する危険物体に対する致死性事故状況を学習する機能、2) 致死性状況予測機能：年齢ごとに取り得る危険物体とのインタラクションを予測する発達行動モデルを用いた致死性状況予測する機能である。

4. 研究成果

1) 致死性状況学習機能：典型的でリスクの高い致死性状況を、分散表現を応用することで、自動抽出する手法を開発し、保育環境で起こった事故データに適用することで、乳幼児の発達と環境要因(製品等)の関係の分析(教育・保育施設で発生した事故データを用いた分析)を行った。今回、2018年度に発生した全70,340件の事故事例のうち、発生場所が「保育室」、発生時間帯が「保育中」に分類されている事故データの分析を行った。製品群ごとの傷害の起こしやすさが、発達によってどのように変化するかを考察するために、事故データを年齢毎(0~6歳)に分け、階層クラスタリングを行った。特徴量として、脱臼、捻挫など頻度を14次元のベクトルに正規化したものを用いた。1歳児1921件と2歳児2576件の事故データから得られた結果を図1に示した。濃淡が製品ごとの負傷確率を示し、中数字は実際の事故件数を表す。負傷の起こりやすさによって製品を分類できていることがわかった[1][2]。

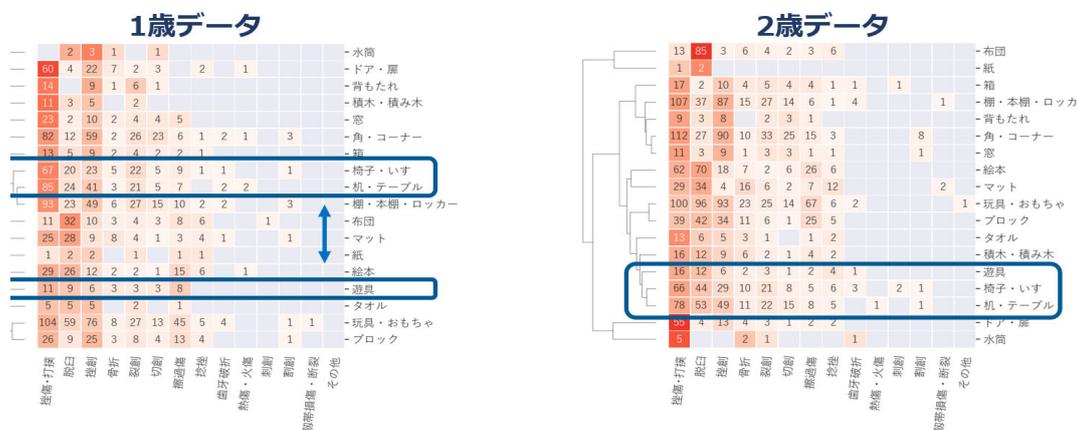


図1：傷害の起こしやすさを特徴とした階層クラスタリングの結果

また、2) 致死性状況予測機能に関しては、危険な配置や発達段階を認識することで、致死性状況を検出する機能や、致死性状況の具体的な事例を情報提示する機能を実装した。具体的には、

図2に示すように、危険状況を生み出す空間に関するナレッジグラフを作成した。本研究で利用できる事故状況の知識グラフの中でも、危険な物体相互の相対位置、および物体が持つ危険な部品との関係性を表現した知識グラフの例を表している。例えば、ノードは、事故事例がある危険物体や事故を表し、それらのノードを接続することで、物体間の関係や事故との関係性を表している。ここでの関係性とは、物体間の相対位置、物体・事故との因果関係などである。知識グラフを用いることで、単体としての危険のみならず、相互の関係からの危険性を定義し、画像からは見えづらいコードのような小さなパーツに対する危険も、大きなパーツ（本体）から類推することが可能となる[3]。

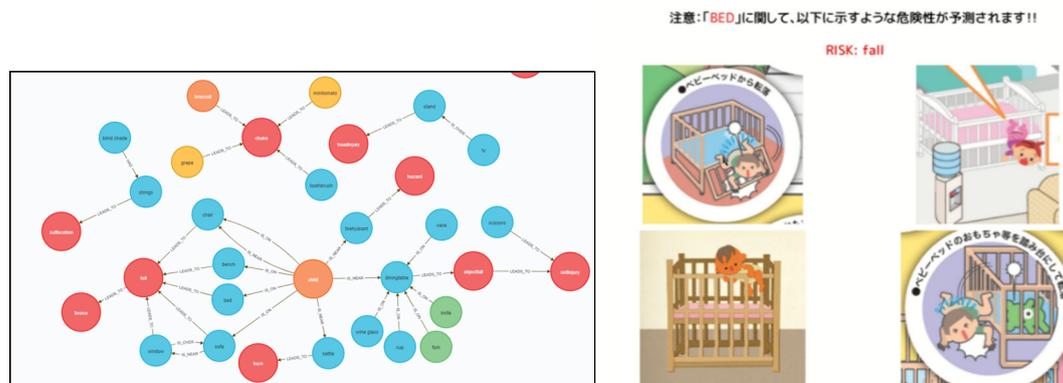


図2. 事故状況のナレッジグラフおよび致死性状況の事例

3) 開発したリスク免疫サービスの有効性検証に関しては、東工大に構築した保育所模擬環境（図3参照）での検証に加え、保護者啓発や保育所啓発活動を行っているNPO団体と協力することで、実際の保育所に対して、致死性状況の検出および予防法の提示技術に関する検証を行った[3]。



図3. 致死性状況の検出の検証実験の様子

参考文献

- [1] 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史, "状況介入デザインを可能とする分散表現に基づくベイズ状況リスク分析," 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集(SI2020), E3-03, December 18, 2020
- [2] 田島怜奈, 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史, 山中龍宏, "保育所適合型見守り支援を可能にする疫学と現場観察双方からの事故状況分析," 第39回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2021
- [3] Mikiko Oono, Thassu Srinivasan Shreesh Babu, Yoshifumi Nishida, Tatsuhiro Yamanakad, "Empowering Reality: The Development of ICT4Injury Prevention System to Educate Parents While Staying at Home," The 12th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2021) November 1-4, 2021, Leuven, Belgium

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 0件）

1. 著者名 田島怜奈, 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史, 山中龍宏	4. 巻 Vol.40, No.6
2. 論文標題 保育所適成型見守り支援を可能にする疫学と現場観察双方からの事故状況分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本ロボット学会誌	6. 最初と最後の頁 1-4
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 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 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史
2. 発表標題 状況介入デザインを可能とする分散表現に基づくベイズ状況リスク分析
3. 学会等名 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 2.M. Ozaki, E. Uchiyama, Y. Nishida
2. 発表標題 Relative Risk Among Home Injury Situations
3. 学会等名 the 8th UK-Japan Engineering Education Workshop (UKJEEL) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 タス スリニヴァサン シリーシ バブ, 大野美喜子, 西田佳史
2. 発表標題 オンライン住宅環境診断に基づくその場湧活支援," 動的画像処理実利用化ワークショップ
3. 学会等名 動的画像処理実利用化ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史
2. 発表標題 状況R-Map分析－学校遊具の事故状況の典型化と優先づけ
3. 学会等名 日本子ども安全学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島怜奈, 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史, 山中龍宏
2. 発表標題 保育所適合型見守り支援を可能にする疫学と現場観察双方からの事故状況分析
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会予稿集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾崎正明, 内山瑛美子, 西田佳史
2. 発表標題 ビッグデータを用いた状況リスク比およびR-Map分析に基づく介入デザイン支援
3. 学会等名 第34回日本リスク学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島怜奈, 内山瑛美子, 西田佳史, 山中龍宏
2. 発表標題 動画を利用した保育園児の見守り状況の定量的時空間分析
3. 学会等名 第68回日本小児保健協会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾崎 正明, 内山 瑛美子, 西田 佳史
2. 発表標題 状況のリスク比分析 - 分散表現に基づく状況の包括的分析 -
3. 学会等名 第35回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------