

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12077

研究課題名（和文）ソサエティー5.0に向けた製品リスク情報オントロジーの開発

研究課題名（英文）Developing A Product Risk Information Ontology for Society 5.0

研究代表者

張 坤（ZHANG, KUN）

長岡技術科学大学・工学研究科・准教授

研究者番号：70784263

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：ソサエティー5.0時代にふさわしい製品安全のスマート化を支援する知識基盤構築に必要なオントロジーとしてPIED-Onto（Product Injury Event Description Ontology）を設計した。また、これをオントロジーエディタProtegeを用いて編集し、その有効性をDL query Tabを通じて検証した。更に、製品リスク情報オントロジーの応用システムの試作品として、RDFデータモデルを設計し、Linked Dataシステムの作成を行い、製品リスク情報DBの知識統合のケーススタディとして、自動車リスク情報との統合に取り組み、拡張版PIED-Ontoを作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オントロジー研究の歩みを振り返ると、情報科学分野と、生命科学・医学分野を中心に展開してきた。一方、安全分野のオントロジー開発は始まったばかりであり、リスク情報分析の自動化、AI化の進展は本格的に展開していない。本研究で生まれたPIED-Ontoは最新のオントロジー工学に基づいて概念化・体系化されたものであり、WHOやISOなどの国際基準と整合した傷害情報記述枠組み（IIDF）と事故原因理論（Accident Causation Model）を組み合わせて各傷害要因の因果関係を判断するモデルである。これを実装することにより製品安全分野のリスク情報分析の自動化や高度化に役立つことが期待される。

研究成果の概要（英文）：In the era of Society 5.0, we designed PIED-Onto (Product Injury Event Description Ontology) as an ontology necessary for building a knowledge base that supports the smartening of product safety. Additionally, we edited this ontology using the ontology editor Protege; and verified its effectiveness through the DL Query Tab. Furthermore, as a prototype application system of the product risk information ontology, we designed an RDF data model, created a Linked Data system, and worked on integrating it with automobile risk information as a case study for knowledge integration in the product risk information database, resulting in the creation of an extended version of PIED-Onto.

研究分野：情報学

キーワード：オントロジー 製品事故 リスク情報

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 増え続ける生活空間の不慮の事故。

過去60年余りの不慮の事故による死者数の推移をみると、交通事故、労働災害による死者は年々減少しており、2018年時点では不慮の事故による死者数41,213人(人口動態統計)のうち交通事故によるもの4,546人(同)、労働災害によるもの909人(労働災害統計)と、両者の比率は合わせて13%に低下した。一方、交通事故、労働災害を除く「その他の不慮の事故」の大部分は家庭、学校、公園、公共施設等の生活・余暇空間で発生する事故であり、欧米でもこの種の事故は「home and leisure accident」と呼ばれている。1990年代以降、その死者数は年々著しく増加している。また、張・三上によるレセプトデータ等の解析によれば、死亡には至らないが通院を要する不慮の傷害が年間1500万人、入院を要する傷害事故が年間150万人に発生している。この中には製品の欠陥や不具合に起因する事故、行為者の不安全行動によるものなど様々な原因の事故があるが、こうした事故の発生を未然に防ぐための努力を、政府、産業界あるいは消費者自身が取り組んでいく必要があり、そのためには製品リスク情報を社会全体として有効に活用するための知識基盤構築に必要となる製品傷害オントロジーの開発が必要である。

### (2) 製品安全のスマート化は社会的ニーズである。

交通安全、労働安全分野と比べると、生活空間の領域においては事故発生の実態を把握するための情報基盤が極めて立ち遅れた水準にある。加えて、グローバル化、情報化、高齢化といった社会経済構造の変化に伴って、生活空間の安全をめぐる諸環境も大きく変化している。製品輸入の増大に伴う伝統的な製品安全規制手段の効果減衰、高齢化に伴う消費者自身の不安全行動の拡大といったマイナス面のインパクトもある一方、消費者自身が発信者となる製品リスク情報発信量の著しい増大、製品自身のIoT化、AI活用などによる新しい製品安全対策の可能性など、プラス面のインパクトも生まれている。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、ソサエティ5.0時代にふさわしい製品安全のスマート化を支援する知識基盤構築に必要となるオントロジーを開発することである。具体的には、これまでの研究で開発した傷害情報記述枠組みコーディングマニュアル(IIDFCM: Injury Information Description Framework Coding Manual)を最新のオントロジー工学に基づいて概念化・体系化することにより製品リスク情報オントロジーの開発を行うとともに、Linked Data技術を用いて、製品リスク情報オントロジーを応用したシステムの試作を行い、種々の製品事故データベース(DB)の知識統合の実現を目指す。また、このような知識基盤を利用した製品事故情報の利活用事例を提示し、それらの有用性を示す。

## 3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するため、これまでの研究成果であるIIDFCMを出発点として、製品リスク情報のオントロジーを開発する。具体的な手順は以下となる。

### (1) ブリッジ用語の作成。

消費者庁の事故情報データベースなどから生活用製品事故を抽出し、IIDFCMを用いて製品リスク情報の骨格を作成する。同時に事故情報の自由記述文に出現する語彙のうちリスク要素とみなしうるすべての語彙をSPSS Text Analytics For Surveys 4.0を利用して洗い出すとともに、IIDFCMに収録された国際標準語彙との紐づけを行うためのブリッジ用語集を作成する。

### (2) 製品事故リスク情報オントロジーの構築。

YAMATO(Yet Another More Advanced Top-level Ontology)理論に基づき、製品リスク情報オントロジーの設計を行い、各リスク要素が事故進展シーケンスの中で果たすロール概念を明確にして製品リスク情報オントロジーを構築する。

### (3) RDFデータモデルの設計

前年度得られた製品事故リスク情報オントロジーをLinked Data(LD)化するためRDFデータモデルを設計する。

### (4) 製品リスク情報オントロジーの応用システムの試作と、これを用いて種々の製品リスク情

報 DB の知識統合を実現する。また他分野へのケーススタディによる、開発したオントロジーの有用性、有効性を検証する。

#### 4. 研究成果

(1) 製品事故に関する3つのDBから10個の製品群、合計8964件のデータを抽出し、傷害情報記述枠組みコーディングマニュアル(IIDFCM)を参照して、「危険源」、「メカニズム」、「人の動作」という事故発生プロセスの上位概念の下にある429語の標準語彙と、事故データ中に出現する表層語との対応付けを手作業で行った。この作業には事故情報分析に永年の経験を有する作業者があたった。これにより9644語のブリッジ用語集を作成した(表1)。これはリスク情報分析の自動化にあたっての精度向上を実現するための重要なステップである。

表1 抽出したブリッジ用語詳細内容

DB 名称 (作成機関・データ期間)	製品群別 (データ件数)	抽出したブリッジ用語群別_用語数 (IIDFCM に提示している標準語数)			
		危険源 (143 語)	メカニズム (228 語)	人の動作 (58 語)	合計
NITE DB (製品評価技術基盤機構・1986年～2013年)	家庭用電気製品 (1500 件)	1736 語	428 語	203 語	2367 語
	家具・住宅用品 (1625 件)	2507 語	919 語	359 語	3785 語
	燃焼器具 (1507 件)	327 語	47 語	13 語	387 語
	台所・食卓用品 (500 件)	1057 語	625 語	508 語	2190 語
事故情報データベース (消費者庁・2020.3.1～2021.3.31 注目情報)	高齢者 (2254 件)	50 語	27 語	16 語	93 語
	暖房器具 (238 件)	49 語	85 語	4 語	138 語
	乳幼児 (97 件)	14 語	30 語	11 語	55 語
	除雪機 (22 件)	3 語	8 語	4 語	15 語
キッズデザイン DB (産総研・2006年～2015年)	子供の運搬器具 (1221 件)	184 語	125 語	305 語	614 語
合計	8964 件	5927 語	2294 語	1423 語	9644 語

(2) PIED-Onto: Product Injury Event Description Ontology と名付けたメタオントロジーを設計した(図1)。具体的な手順は、メタオントロジーを定義、クラスを定義、プロパティを定義、オブジェクトのプロパティを定義、データプロパティを定義、ケーススタディの6つのステップとなり、結果としては、「ホスト(属性項目:年齢、性別、人種、住所)、ベクター(属性項目:原因物、関連物、型番、メーカー、使用期間)、エージェント(属性項目:危険源、加害物、メカニズム、火災の有無)、環境(属性項目:発生日、発生時刻、発生場所、活動種類、天気、自然災害の有無)と結果(属性項目:危害の程度、傷害部位、傷害タイプ、治療、受傷人数、再発防止策)という5つのSubclassとそれぞれに対応するすべて25個の属性項目を設け、

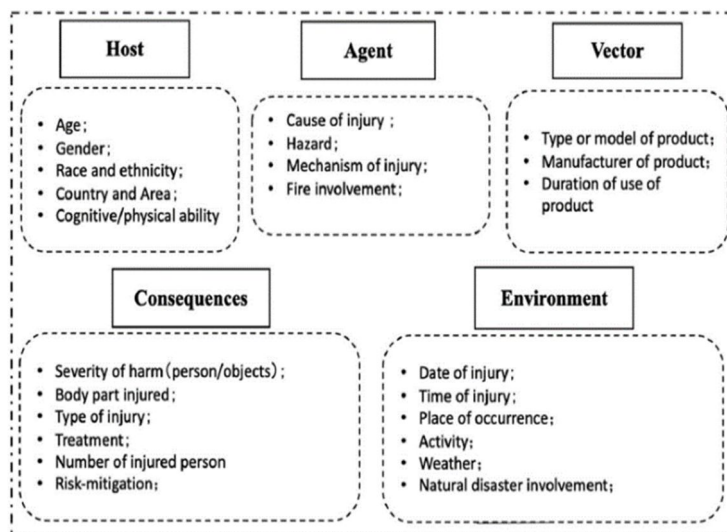


図1 メタオントロジーの体系図

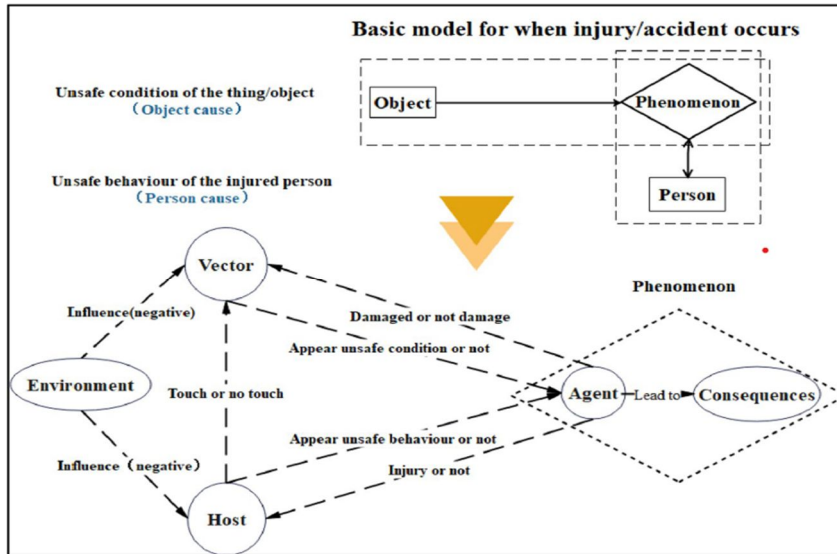


図2 製品傷害プロセスにおけるルール概念

また各 Subclass を製品傷害の発生プロセスにおけるルール概念を明確し、「引き起こす、接触、現わす、危険があるか、傷害があるか」という5つの関係を定義し、そのシーケンスの記述方法も確立した(図2)。構築された PIED - Onto を Protégé という汎用性高いオントロジーエディタを用いて編集し、その有効性を DL query Tab を通じて検証した。これまでの成果としては、「Construction of injury process from

Japanese consumer product narrative injury data using an ontology-based method」題する英文論文を纏め、2023年7月25日に「International Journal of Injury Control and Safety Promotion」という国際学術ジャーナルに掲載された。

(3) 製品事故 DB を対象として、品目別、事故発生パターン別に高品質なサンプルデータを抽出し、製品リスク情報オントロジーの応用システムの試作品として、簡易な RDF (Resource Description Framework) データモデルを設計し、製品事故 DB の統合・利活用のための Linked Data システムの作成も行った。また各データ項目と要素を <http://www.KZSDMLab.com/Ontology#...> のように URI で命名し、作成した RDF 化のデータを Apache Jena Fuseki という SPARQL サーバーに登録して公開できる状態となっている。研究成果としては「Risk identification in Japanese consumer product injury data throughout an ontology-based knowledge base」と題する英文論文に纏め、Journal of Risk Research に投稿し、現在 1 回目の修正版も投稿し、再審査中である。

(4) 他分野へのケーススタディ。製品リスク情報 DB の知識統合のケーススタディとして、自動車リスク情報との統合に取り組み、PIED-Onto に「走行距離」、「不具合措置」など 220 項目と 130 語の標準語彙を追加作成し、拡張版の PIED-Onto を完成した。更に、国土交通省に所有している「自動車リコール DB」、「自動車不具合 DB」、「自動車事故・火災 DB」の三つ DB から抽出した 21,986 件データを製品リスク情報オントロジーの応用システムに加えた。最後に、SPSS Modeler Authorized を用いた事例分析を行い、試作したリスク情報 DB の有用性を示した。

(5) 特許出願・取得。本研究から生まれた分析手法のアイデアを、株式会社創風システムとの共同研究を通じて発展させ、「情報分析システム」という名称で、同社との連名で、令和 3 年 8 月 6 日に出願し、令和 5 年 1 月 16 日に特許登録(特許番号は第 7211600 号)された。

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 0件）

1. 著者名 Feng Xiaodong, Zhang Kun, Jiang Fang, Mikami Yoshiki	4. 巻 30
2. 論文標題 Construction of injury process from Japanese consumer product narrative injury data using an ontology-based method	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Injury Control and Safety Promotion	6. 最初と最後の頁 582 ~ 592
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/17457300.2023.2239240	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 3件）

1. 発表者名 Xiaodong Feng, Kun Zhang, Lanyun Wang, Yoshiki Mikami
2. 発表標題 Ontology-based Network Graph Analysis for Japanese Consumer Product Narrative Injury Data
3. 学会等名 15th World Conference on Injury Prevention and Safety Promotion(Safety 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Xiaodong Feng, Kun Zhang, Yoshiki Mikami
2. 発表標題 Evidence-based risk assessment (EBRA) using ontology framework and Bayesian network model: A case study of combustion devices
3. 学会等名 the 2023 SRA (Society for Risk Analysis) Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 品川歩香・FENG XIAODONG・張 坤
2. 発表標題 自動車リスクデータを用いた決定木分析
3. 学会等名 第56回安全工学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 丸山眞樹・張坤
2. 発表標題 テキストマイニングによる消費者起因する製品事故の分析
3. 学会等名 第56回安全工学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤一真・張坤・Feng XiaoDong・福田隆文・三上喜貴
2. 発表標題 YAMATO理論に基づく危険源オントロジーの試作
3. 学会等名 第55回 安全工学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Feng Xiaodong・Dang Qianqian・張坤・三上喜貴
2. 発表標題 Build an elderly injury ontology for extracting risk information from Japan's product injury database
3. 学会等名 2021 SRA Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dang Qianqian・張坤・Feng Xiaodong・三上喜貴
2. 発表標題 A Trial Study on Using Graph Database to Deal with the Elderly data based on the NITE Accident Database,
3. 学会等名 第54回 安全工学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口大希・張坤・三上喜貴
2. 発表標題 異なる自動車リスクデータベースの実態調査と比較分析
3. 学会等名 第54回 安全工学研究発表会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 情報分析システム	発明者 三上喜貴・張 坤・ 村山克志	権利者 国立大学法人長 岡技術科学大学, 株式会社創風シ
産業財産権の種類、番号 特許、特許第7211600号	取得年 2023年	国内・外国の別 国内

〔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
研究協力者	三上 喜貴  (Mikami Yoshiki)		
研究協力者	馮 曉東  (Feng Xiaodong)		

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