

日常モノデータベースとライフログとの統合による危険の可視化

Visualizing Individual Risk by Information Integration
with Everyday Object Database and Lifelog

柴田 康徳*1*3
Yasunori Shibata

本村 陽一*1*2
Yoichi Motomura

西田 佳史*1*2
Yoshifumi Nishida

山中 龍宏*1*2*4
Tatsuhiko Yamanaka

溝口 博*1*3
Hiroshi Mizoguchi

*1産業技術総合研究所

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

*2科学技術振興機構, CREST

Japan Science and Technology Agency, CREST

*3東京理科大学

Tokyo University of Science

*4緑園こどもクリニック

Ryokuen children's clinic

One problem in modeling childhood injury in everyday life stems from that we use many kinds of expressions for the same thing. This terminology problem is common in science and technology of everyday life. To solve this problem, this paper describes a method for standardizing the expression of objects, injury mechanisms, injuries, features of objects and behaviors, and so forth based on the NOMESCO code system. This information standardization enables us to integrate a model of everyday life injury with an object database and a lifelog data in order to personalize information on injury prevention. This paper describes a method for visualizing risk of children's home injuries by information integration.

1. 緒論

14歳以下の子どもの死亡原因の第一位は、不慮の事故であり、その予防策の確立が急務となっている[田中 03, 山中 04]。子どもの不良の事故を予防するためには、事故の動態を把握するための事故情報の収集のみならず、様々な情報源と統合する技術や、受け手であるユーザに合わせて情報提供できるユーザ指向の情報提供技術、さらに、これらの情報収集から提供までを一貫できる技術を確立していくことが重要となる。本稿では、筆者らが子どもの事故予防を目的に進めている情報収集システムの取り組みを述べ、多様な情報源からの情報を統合利用する枠組みや、ユーザ指向の情報提供の試みについて述べる。

子どもの事故の場合、事故に関係するモノの種類や発生場所などの分布は一律ではなく、同様の条件による事故が何度も繰り返されることが多い。そのため、膨大なデータベースがあれば、同じモノが何度も出現するため、過去のデータベースを検索することで、そこに現れているモノの危険性を知ることができる。しかしながら、大規模と言っても単なるデータベースのままでは、数万件程度のデータからでは再利用可能な知識を導き出そうとしたり、事故とモノの属性との関係を理解し、事故予防策を検討したりすることは難しい。そこでモデリング(知識化)が必要となる。後述するように、筆者らが行った調査によれば、リビングだけでも数百種類のモノが存在している。そのためモノの名前で判断した場合の出現回数は非常に少ないものになり、データベースそのままでの再利用性は限定されたものになる。そこでモノをある種のクラスにまとめるなどの知識化、すなわちモデリングが必要となる。

膨大なデータや事前知識を総合的に利用したモデル化手法の一つにベイジアンネットワークがある。本研究では、これまでに事故サーベイランスシステム[本村 06]を開発し、実際に病院で運用することで、事故情報を蓄積してきた。これらの収集された事故データを用いて、モノの危険性を予測したり、事故予防の考察を可能にするためのモデリング手法としてこの枠組みを利用している[本村 06]。日常生活に関する様々な確率分布を導出しようとしたら、統計数理的手法を適用して因果構

造を抽出しようとする際に真っ先に問題となるのは、状態空間(変数や項目)の設計である。特に、モノ、怪我の原因、直前の行動、怪我の種類などは、日常生活の上で、様々な言い回しが可能であり、同じものが別の呼び方で呼ばれている場合が少なくない。こうしたターミノロジーの問題は、事故に限らず、日常に関する情報を扱おうとした場合の共通の問題である。

日常の情報を蓄積したり、共有したり、何らかの統計処理を行い、多様な情報と統合させて利用するためには、ターミノロジーの標準化が必須である。そこで、本稿では、モノ、怪我の原因、直前の行動、怪我の種類、ターミノロジーを標準化することで、事故の因果構造をモデル化し、作成したモデルを多様な情報と統合させて利用する方法を述べる。事故予防の観点からは、事故に関する一般的な知見のみならず、個人の生活を反映させることで個別化された情報提示法が効果的であると考えられる。本稿では、まず、事故サーベイランスシステムの開発・運用状況を報告する。次に、生活情報を取得する試みとして、ある生活者が持っている生活財に関する情報であるモノデータベースの構築と、生活者のライフログ蓄積に関する取り組みを述べる。また、これらのモノデータベースや、ライフログデータと事故の因果構造モデルとを統合することによって、個人の生活を反映させた情報提示に関する試みを述べる。

2. 事故サーベイランスシステム

2.1 事故サーベイランスシステムを用いた事故データの収集

乳幼児の事故や怪我の事例を収集するのに最も適した場所の一つは、病院である。筆者らの聞き取り調査では怪我や事故の原因となった製品等のクレーム情報は企業においても収集されているが、その件数は極少数であることがわかっている。そのため、網羅的に事故情報を得るためには、病院に来院した際に聞き取ることがもっとも確実性の高い方法である。このような観点から、筆者らのグループでは、事故情報を収集するためのシステム(事故サーベイランスシステム)の構築を進めてきた[本村 06, 柴田 06]。最初の導入事例としてはこれまで著者の一人が院長を務める緑園こどもクリニックで運用試験を行ってきた。さらに、従来、課題となっていた外傷の部位記述に関しては、独自に開発した身体座標系に基づいて、外傷部位情報

連絡先: 柴田康徳, 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター, 東京都江東区青海 2-41-6, 電話番号 03-3599-8318, Fax 番号 03-5530-2066, y.shibata@aist.go.jp

開始	品名	行動が起きた場所	目的	目的語	述語	きっかけ
8:17	目薬	リビング	点眼	さす	朝	
8:18	ハレッタ	バスルーム	身支度	髪	とめる	髪が邪魔
8:18	ティッシュペーパー	キッチン	鼻をかむ	鼻	かむ	鼻がまつていたから
8:19	メガネ	バスルーム	身支度		かける	目薬をさしたばかりだから
8:19	キッチン照明	キッチン	朝食準備		つける	暗いから
	エレクタキッチンラック	キッチン	朝食準備	スライド棚	引き出す	引き出さないとパンを入れられないから
	トースター	キッチン	朝食準備	食パン	焼く	家族が朝食を食べられそうな様子だから
	冷蔵庫	キッチン	朝食準備		開ける	冷えた牛乳を飲みたいから
	コップ	ダイニング	朝食準備	牛乳	注ぐ	牛乳をこぼしそうだから
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

図 4: Example of a part of lifelog table

4. 事故データベースと日常生活データベースのデータ標準化と情報統合

4.1 事故データベースと日常生活データベースの標準化

事故データベースや日常生活データベースに現れる、モノ、怪我の原因、直前の行動、怪我などは、様々な言い回しが可能であり、同じものが別の名称で扱われる場合も少なくない。こうしたターミノロジーの問題は、日常生活を扱おうとした場合の共通の問題である。そこで、本研究では、モノ、怪我の原因、直前の行動、怪我のターミノロジーを標準化し、整理・分類するために、北欧の医療グループ (NOMESCO [NOMUSCO 97]) によって提案されているモノ、怪我の原因、行動、怪我の分類コード体系に準拠したコードを用いた。これにより生データを分類・コード化した後にクロス集計表を作成し、確率分布の導出や、後述するようなベイジアンネットの構造学習を用いた因果構造の抽出を行っている。例えば、ダイニングチェアは F1005 といった標準コードとなる。また、使用しているコードは、階層性があり、様々な粒度で情報をまとめたり、分解したりすることが可能である。一般に、データ数が不足している項目に関しては、より大きなまとまりで情報をまとめる必要があり、粒度を適切に制御することは非常に重要である。

4.2 データ標準化に基づく事故の因果構造モデリング

筆者らは、事故の因果構造をモデリングする手法として情報量基準を用いたベイジアンネットワークの構造学習を利用している。実際の事故データを用いて学習を行い、因果構造の仮説候補を抽出することで、人が理解しやすい状態に可視化すること、定量的にモデル化することが可能となる。また、学習の結果得られたモデルは、確率推論によって様々な推定に利用可能であり、これは再利用可能な知識化と言える。図 5 に、標準コード化された項目データを用いて、クロス集計を行い、AIC (赤池情報量基準) を用いてベイジアンネットワークの構造学習を行い、抽出した因果構造モデルを示した。各ノードは、モノの特徴量、事故の種類、怪我の種類がコード化されたものから構成されている。図では、コード化されたものを、さらに、人が理解できる言葉に変換した結果を示した。各ノードは、NOMESCO コードによりコード化されているため、同じコードで表された情報を入力したり、変数間の独立性が仮定できる場合には複数のネットワークを合成することも可能である。

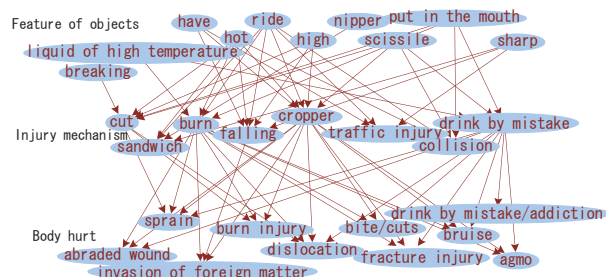


図 5: Causal network of child injury extracted by Bayesian network

4.3 日常生活データベースとの情報統合による個人の生活を反映させた危険度の推定

4.3.1 モノデータベースを用いた家一軒に潜在する事故の発生確率と危険度の推定

どのような事故を優先的に防ぐ必要があるかという事故予防の優先付けを行ったり、ある事故対策への投資がコスト的に見合うかという損益分析を行ったり、身の回りに存在するモノの危険性を認知したりするためには、事故の危険性を表す何らかの定量的な指標が必要となる。

子どもの事故の危険性を表す指標として、最近増加傾向のある事故、発生する事故の頻度、事故が発生した際に必要な治療費など様々なものが考えられる。本稿では、指標の一つとして治療費に着目した。ここでの治療費とは、医療機関を受診し、初診から完治までに要した金額 (個人負担分 + 国の負担分の合計) を示しており、筆者らは、これまでに、厚労省が明らかにしている治療費のデータ [田中 03] と、事故データベースを利用することで、治療費の期待値が推定可能であることを示してきた [柴田 06]。図 6 は、モノによる事故 1 回あたりの全治療費の期待値のうち代表的なものを示したものである。この結果、やけどを起こしうるモノ、特に、高温の液体に関わるもの (例えば、ポットは 79,812 円) が、治療費の期待値が高くなること became 明らかになった。これは、小児科医師の認識とも合致する結果であった。本稿では、以降、治療費の期待値のことを危

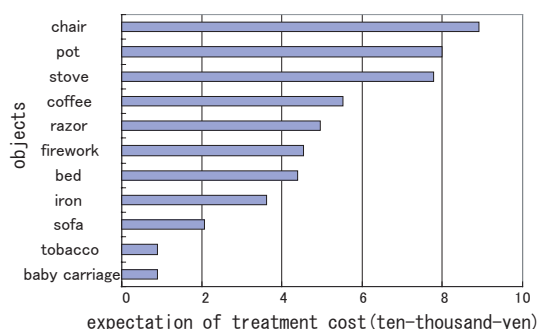


図 6: Evaluate the risk of objects

険度と呼ぶことにする。

家一軒に存在している全てのモノの種類や数の情報が含まれているモノデータベースを用いることで、ある家の危険度を推定することが可能となる。図 7 の左側は、図 5 に示したモノデータベースを利用して、ある家で起こりうる事故の発生確率を計算した結果を示した。発生確率は、事故の全種類で合計が 1.0 に成るように正規化した。この図から、この家の場合、誤飲が発生し易いこと、逆に、やけどや衝突は起こりにくいことなどが分かる。さらに、各モノ・事故の種類毎に治療費の期待値のデータを用いることで、事故が一回起こった時にかかる治

療費の期待値を計算することが可能になる．この家の場合は，治療費の期待値は，25,059 円であった．

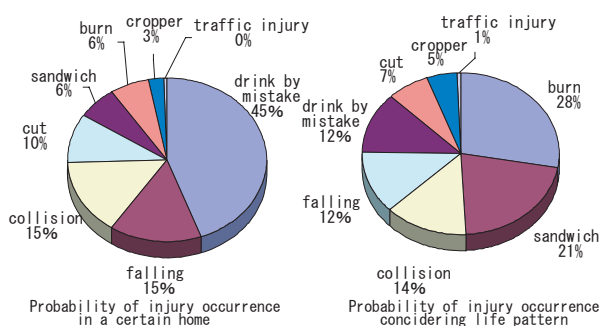


図 7: Probability of injury occurrence in various situations

4.32 ライフログを用いた個別生活日毎の事故発生確率と危険度の推定

前述した図 7 の左側は，あらゆるモノが一様に存在している場合の結果に相当する．しかし実際は日常に存在するモノの中には，押入れなどに収納されていたりと全く触れる機会が無いものも存在している．実際の使用状況を考慮することで，事故の発生確率や危険度が実際に近づけられると考えられる．

ライフログを用いることで，ある生活者のある一日やある時間といった様々な時間間隔におけるモノの平均的な配置の情報を知ることができる．この情報と事故の因果構造モデルとを統合することで，特定の生活場面における事故の発生確率や危険度（治療費の期待値）を推定することが可能となる．すなわち，ライフログと組み合わせることで，一般的な事故の因果構造モデルを，ある生活者の実際の生活を反映させたものへと拡張することが可能である．図 7 の右側に，ライフログから導出したある一日の事故の発生確率を示した．なお，ライフログを考慮した治療費の期待値は，38,110 円に変化した．

図 7 の左側と比較すると，事故の発生確率が大きく変化していることが分かる．このことは，モノの配置などのモノの使用状況が事故発生に大きな影響を与えていることを示しており，ライフログデータが，ある特定の生活者における事故の発生確率や危険度を推定することにも活用できることを示唆している．

4.33 ライフログを用いた個別生活場面毎の事故の危険度の推定と可視化

図 8 の左側の部屋の画面は危険度を色情報を用いて可視化した例である．これは，ライフログから導出された，ある時間の生活場面でのモノのコードを，図 5 で示したモデルに入力して，事故の発生確率と治療費の期待値を計算することで作成した．また，図 8 の右側の事故シーンは，想定される子どもの年齢を入力することにより，起こりうる事故を可視化する機能により作成された動画のスナップショットの例である [北村 06]．このように，事故サーベイランスシステムで得られた事故のモデルを用いて何らかの事故予防のための情報提示を行う際に，個人の生活を反映させることで，より効果的な情報提示へと発展させることが可能である．

5. 結論

本稿では，筆者らが進めている事故サーベイランスシステムの病院での運用の進捗を報告した．また，モノ，怪我の原因，直前の行動，怪我などは，日常生活の上で，様々な言い回しが可能なために，情報の再利用性や統合性を低減させている問題を指摘し，このターミノロジーの問題を解決する方法として，

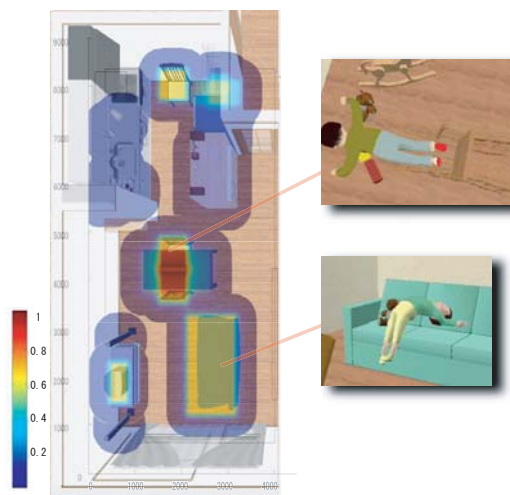


図 8: Visualizing risk at a certain moment based on lifelog and injury model

NOMESCO コード体系に基づいた標準化法について述べた．また，この方法を用いて，これまで収集した事故情報に含まれるモノ，怪我の原因，直前の行動，怪我のターミノロジーを標準化し，事故の因果構造のモデリングに適用した事例を示した．さらに，ある生活者が持っている生活財に関する情報であるモノデータベースや，ある生活者のライフログデータと情報統合することによって，個人の生活を反映させたユーザ指向の情報へと変換し，提示する試みを述べた．

参考文献

- [田中 03] 田中, "新 子どもの事故防止マニュアル," 株式会社 診断と治療社, 2003
- [山中 04] 山中, "子どもの事故予防へのアプローチ," 第 4 回日本赤ちゃん学会学術講演会プログラム抄録集, pp. 16-17, 2004
- [本村 06] 本村, 西田, 北村, 金子, 柴田, 溝口, "知識循環型事故サーベイランスシステム," 統計数理, Vol. 54, No. 2, pp.299-314, 2006
- [西田 07] 西田, 坪井, 持丸, 河内, 山中, 溝口, "身体地図情報システム," 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'07 講演論文集, 2007
- [新垣 05] 新垣, 野島, 佐藤, 北端, 小野澤, "人はどれだけのモノに囲まれて生活しているのか?" "ユビキタス環境における人とモノのインタラクション支援に向けて", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 2, pp. 179-187, 2005
- [NOMUSCO 97] NOMESCO (<http://www.nom-nos.dkk/>) Classification of External Causes of Injuries, 3rd revised edition, NOMESCO, Copenhagen, 1997
- [柴田 06] 柴田, 本村, 西田, 山中, 溝口, "事故データベースを用いた乳幼児の日常行動の理解," 第 24 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2M22, 2006
- [北村 06] 北村, 西田, 本村, 山中, 溝口, "乳幼児行動モデリングと事故予防への応用," 第 24 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 3I34, 2006