

シンポジウム 4

予防につながる傷害予防活動
—発生数, 重症度を計測する—

傷害データからの推論

本 村 陽 一 (産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター
子ども傷害予防工学カウンスル (CIPEC))
西 田 佳 史 (産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター
子ども傷害予防工学カウンスル (CIPEC))
北 村 光 司 (産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター
子ども傷害予防工学カウンスル (CIPEC))
山 中 龍 宏 (産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター
子ども傷害予防工学カウンスル (CIPEC))

概 要

病院で定点観測される傷害事例データから得られる知識を, 傷害の予防に役立てる工学技術について概説する。受傷時の状況を把握するために自由記述からのテキストマイニングにより類義語辞書を整備し, 傷害の原因となったモノや子どもの行動との関係を因果的に把握するベイジアンネットワークを用いたグラフィカルモデリング, さらにこうして得られる知識を社会で共有し, 制御工学的なアプローチによって新たな傷害予防活動の実現を目指している。

I. はじめに

子どもの傷害を予防するためには, まず実際の傷害事例を知らなければならない。そして事例から学び, 何が, どのような理由で危険をもたらした, 結果どのように傷害が発生したのか理解をすることで, はじめて具体的な対策が立てられる。過去の事例に照らして確かに危険性を減らすことが確認できる対策でなくては意味がなく, 「起こらなくてもよかった過去の傷害」を実際に防ぐことのできる対策は何か, を明らかにすることが重要である。

実際の傷害事例を収集する仕組みは「傷害サーベイランスシステム (Injury surveillance system)」と呼ばれ, 国際的にも各国で取り組まれているものである。子どもの傷害の事例情報はどこで, 誰がデータを入力すべきだろうか。医療現場で治療を必要とする事故を定点的に観

測するというのが一番現実的である。しかし, いざ現場でこうしたデータ入力を実行しようとするときさまざまな問題が浮かんてくる。本来事故が起きた現場というのは医療現場ではなく, 当然家庭環境の中にあり, そこで初めて気付く, 現場でないとわからない情報が事故原因となっていることが多い。それを治療のために来院している病院で保護者から聞き取ることはなかなか容易ではない。そこでわれわれは国立成育医療センター救命救急の現場で看護師と共同で電子カルテと連携して動作する傷害サーベイランスシステムを病院内で稼働させて, 救命救急における聞き取りが必然的に発生するトリアージの段階で聞き取った情報を簡便に入力できるツールと, それを診察時の電子カルテデータと連携させて傷害時の状況と傷害の結果としての診断結果を収集できるシステムを開発した^{1,2)}。

本稿ではこの傷害サーベイランスシステムで収集した傷害データをどのように傷害予防に活かすことができるのか, そのためにどのような工学的技術が適用できるのかについてわれわれの取り組みを例に紹介する。

II. 自由記述テキストの処理技術

さまざまな要因が複雑に絡み合って起こる子どもの傷害情報の場合には, とくに状況を表すデータを入力する際の工夫が必要である。選択肢を網羅的に用意し, ありえる選択肢を十分検討しておかなければ, 収集後のデータから有効な分析ができない。選択肢をあらかじめ網羅し

て用意することが難しい場合や、選択肢が多すぎて列挙できない場合には、自由記述としてテキストで入力することになる。2005年に動向調査を行ったオーストラリアのサーベイランスシステムの事例でもこの自由記述部分の情報が分析時には非常に重要な役割を果たしていることがわかった。しかしながら自由記述で文章を入力する手間がとて大きく、日本語の場合、漢字変換しながら文章を入力する作業は負荷が高い。また記述する担当者ごとの単語の選択にばらつきが多く、いわゆる「表記ゆれ」という問題がある。この問題を解決するために、われわれは「遊具」、「すべり台」、「滑り台」、「スベリ台」のように異なる表記で記述されているが同じ意味である用語を過去1年分の傷害事例データから抽出し、表記ゆれの辞書、類義語の辞書として構造化した³⁾。電子入力された自由記述文はこの辞書を用いたテキストマイニングと呼ばれる計算機処理を通じて同じ意味の傷害事例として名寄せされることで、傷害事例を正しく計数することが可能になる。この辞書によって、過去の事例の検索や、傷害の原因ごとの統計を正しく実行することが可能になる。

Ⅲ. 傷害データからの知識獲得技術

次にデータを大量に集めて統計的に見ることは可能であっても、実際にそれによって事故を予防するためにはどうすればいいかということを考えなければ意味がない。データを本当の意味で活用するための方法が大事である。つまりデータを集めた後に統計としてヒストグラムを作るだけでは不十分で、実際に事故予防につなげていくためにはどんな原因が傷害に関係していたかという因果的な分析が必要になる。

そこでわれわれのグループでは集めた傷害情報を分析する方法についても研究を進めている³⁾。傷害の原因に踏み込んだ原因の分析をする必要がある。子どもは、大人がするような行動をとるとは限らず、大人にとって予想外の行動をとるからこそ発生する傷害がある。そのような傷害の原因を探るためには、子どもの行動とその背景を詳細に分析する必要がある。これは統計的なマクロ分析に対してマイクロ分析と呼ばれ、交通事故の分析でも行われている。交通

事故に関しては警察を通じたサーベイランスが行われ、その情報は1ヶ所に大量に集められている。しかし、事故の調査のようなマクロデータの形で形式化するだけでは、本質的に事故の原因を探求するような情報は落ちてしまう問題はすでに認識されており、最近では交通事故の分析でもマイクロ分析が行われ、土浦・つくばエリアで起きた事故に関しては事故に至るストーリーの脈略をすべて記録し始めている。ただしこのようなマイクロデータに関する分析方法は従来の統計とは全く違うものになり、まだまださまざまな方法が模索されている。子どもの事故でもマイクロ分析が重要で、かつマイクロなデータとマクロなデータを関連づけ、包括的に考えることが本質的に必要で、マイクロデータが表す因果的関係を、結果として統計に表れるマクロデータにどう整合させていくかが重要な課題になるとわれわれは考えている。

Ⅳ. 因果的関係の抽出

因果的関係の抽出技術の例を紹介する。傷害予防の中で因果的関係は実はすでに暗黙的に役立てられている。経験豊かな保育士は、過去の経験や学習に基づく傷害予防の知識を持っている。ある状況と別の状況、そのどちらがより危険かと質問すると、その知識によって、何が傷害を引き起こす原因かを見分け判断することができる。この見分けるポイント、つまり傷害に至る因果関係を計算機の上で扱うことのできる明示的な情報として抽出し、明示的な知識として再利用するための技術が人工知能研究の中で行われている。具体的には図1のような、事故の原因と思われる対象に対する認知・評価構造を計算機上にペイジアンネットワークという技術を使ってモデル化する試みを行っている⁴⁾。

図1は事故の場面を知っていたある1人の保育士からのアンケートで作成した事故の因果構造を表すものになっている。さらに多くの例を統計的に収集し、全体の知識として活用するために、個々の因果関係を確率的に表すためにペイジアンネットを使う。このモデルは統計データから確率的知識を条件付確率として抽出し、ある傷害に関連する原因や因果関係の可能性を確率として計算するものになる。

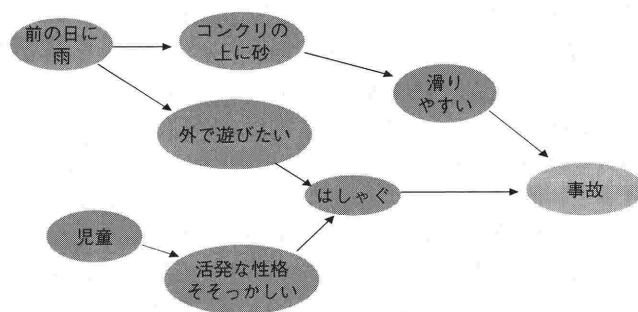


図1 転倒事故の例

V. ベイジアンネットによる確率計算

緑園子どもクリニックで集められた200件の受診者の傷害履歴データからベイジアンネットモデルを作成したものを図2に示す。通常の統計的分析では、傷害履歴を性別ごとに分けたり年齢ごとに頻度を分けたりというクロス集計表を用いた分析を行うが、ベイジアンネットではこの事象間に関連がある場合には変数の間にリンクを張り、説明変数間関係は条件付確率として定量化する。このモデルによって傷害の背景にあるさまざまな要因による複雑な因果構造

が表現できると期待できる。因果構造というのは「子どもがある行動をとり」、「そこにあるモノがあったので」、「傷害が発生した」とか「ある年齢の子どもが」、「ある時間になると」、「ある行動をとる（ことが多い）」というような因果関係の全体的な構造を意味するものである。個々の傷害事例に見られる因果関係を統計的に集め、全体の因果構造をモデル化することにベイジアンネットを使うことができる。

さらにベイジアンネットを使うと確率推論と呼ぶ計算を実行することができる。例えば、1歳の女の子が、冬に何か器具による事故にあって

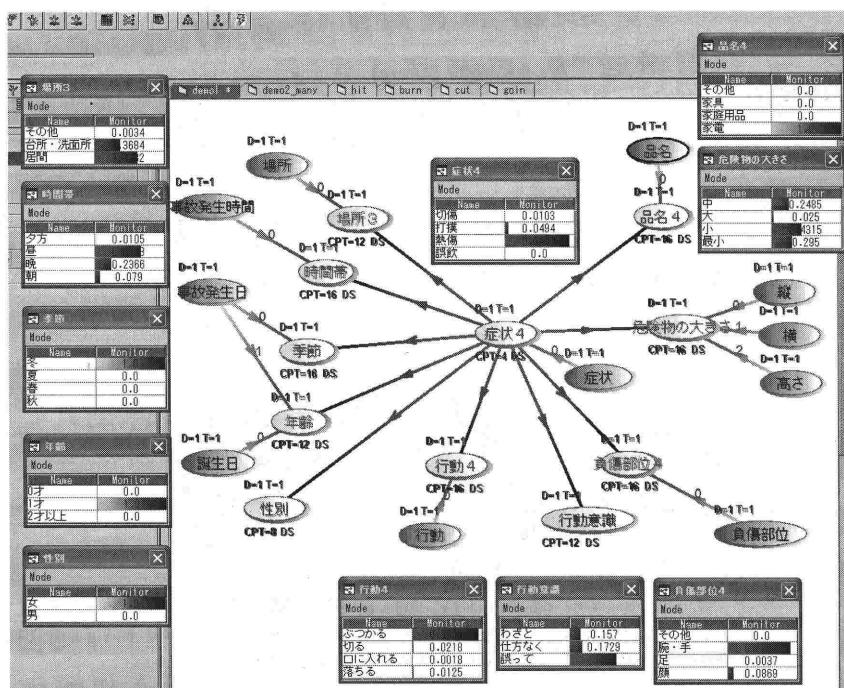


図2 ベイジアンネットの例

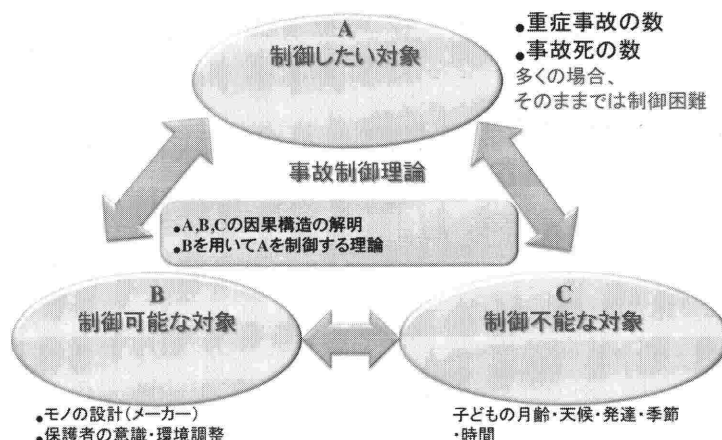


図5 子どもの傷害に対する制御工学的アプローチ

VI. 多くの人が傷害予防に取り組むための傷害情報の公開

事故情報を収集し活用した結果、どのように事故が予防できるかは、まだ未解決の問題である。交通事故や他のヒューマンエラーの事故と違って、子どもの事故特有の問題は誰の責任なのかが実は明確に判断できない点である。明確にこの製品が悪いと言って名指しで指摘できるような状況ではなく、商品そのものには問題もないし、誤使用と言える範囲でもなく、たまたまいろいろな偶然が重なって起きているケースが圧倒的に多い。そこで、実際に起きている事故の様子というものをインターネットで公開することでそれを見た人が「この事故はこのように解決できる」と提言できる仕組み作りが重要な段階である。情報を共有し、保育者や製品開発の担当者、行政や医療関係者などが協力できるようになり、はじめて事故を実際に予防するための取り組みが実行できるようになるだろう。

また子どもの事故に関心を持った保護者が、これまでどのような事故が起きているのか、他の家ではどのような予防をしているのか、など

を知ることは有用である。経済産業省の安全知識循環事業を通じて、われわれは傷害情報をインターネットで簡単に検索できるサービスを開始した。これを発展させ、活用することでさまざまな人の知恵や工夫を傷害事例と同様に収集し、さらにまた新たな知識として活用することも可能になる。こうして傷害情報やそこから獲得した知識を広く皆が共有することで、誰もが傷害予防の役を担える社会を作る、そのために工学技術を活用することをわれわれは目指している。

文 献

- 1) 本村陽一, 西田佳史, 北村光司, 他. 知識循環型事故サーベイランスシステム. 統計数理, 2006; 54: 299-314.
- 2) 本村陽一, 西田佳史, 山中龍宏. 予防につながる傷害サーベイランスシステムと子どもの傷害予防工学. 小児内科, 2007; 39; 7: 1047-1051.
- 3) 三浦未央, 本村陽一, 柴田康德, 他. 事故サーベイランスシステムからの知識獲得. 人工知能学会全国大会, 2008; 3G3-02.
- 4) 本村陽一, 岩崎利弘. ペイジアンネットワーク技術. 東京; 東京電機大学出版局 2006.