

個別施設への情報適合機能を有する事故情報共有システム

Accident Situation Sharing System with A Function for Presenting Appropriate Information for Individual Environment

石川 朋弘*1*2
Tomohiro Ishikawa北村 光司*2*3
Koji Kitamura杉本 裕*4
Yutaka Sugimoto西田 佳史*2*3
Yoshifumi Nishida本村 陽一*2*3
Yoichi Motomura山中 龍宏*2*3*5
Tatsuhiko Yamanaka溝口 博*1*2
Hiroshi Mizoguchi*1 東京理科大学
Tokyo University of Science*2 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*3 科学技術振興機構, CREST
Japan Science and Technology Agency, CREST*4 日本スポーツ振興センター
National Agency for the Advancement of Sports and Health*5 緑園こどもクリニック
Ryokuen Children's Clinic

To prevent injury, it is important to collect injury data and understand improvement by analyzing them. But there are problems that injury situation can not be understood, can not be replicated and can not be shared with similar environments because a methodology for describing injury situation is not established. The main cause is that spatiotemporal information is missing because injury situation is described in free text. This paper proposes a system enable to share injury information with multiple environments and provide appropriate information for characteristic of each environment by normalizing and conditional typifying information of situation or place using three-dimensional geographic information system technology and text mining technology. This paper also describe a verification of proposed system using real data of injury due to play equipment.

1. 緒論

近年、センサ技術、ネットワーク技術、情報処理技術の発展により、センサを製品やサービスに埋め込んだり、小型のウェアラブルセンサを用いることで通常の生活を妨げない状態で、日常生活のデータを収集することが可能になっており、日常生活を対象とした科学技術の開発が可能になってきている [1]。しかし、日常生活空間で起きる時空間現象を目的指向的に記述し、分析するための情報処理技術は確立されていない。一般に、日常生活の中で起きる現象を記録する方法としては、年齢、性別、時間などの項目化しやすい情報以外については、自由記述文で記録する方法がとられている。そのため、文章では記述し難い時空間情報が欠落してしまい、現象の把握や再現ができないという問題があり、収集した情報が十分に活用されていないのが現状である。また、日常生活空間で起きる現象のデータ収集は、実験環境下でのデータ収集と異なり、行動や環境をコントロールして実験することできないため、一定の条件に合致したデータを網羅的に収集することが困難である。つまり、現象の本質を理解するのに十分な情報を収集できないため、具体的な問題解決や改善にまでつなげることが難しいという問題がある。

このような問題が起きている対象として、学校環境下における遊具事故がある。学校環境下の傷害に関して網羅的に収集されているデータとして、独立行政法人日本スポーツ振興センター（以下 NAASH）が行っている災害共済給付制度を利用する際に提出される傷害情報がある。災害共済給付制度とは、NAASH との契約（災害共済給付契約）により、学校の管理下における児童・生徒等の災害（負傷、疾病、障害又は死亡）に対して、災害共済給付（医療費、障害見舞金又は死亡見舞金の支給）を行う制度である。NAASH の報告によると、2007 年の小学校環境下における給付金が発生した遊具事故は 1 万件以上発生しており [2]、学校環境下での就学児の事故予防が急務となっている。このような学校環境下における事故を予防するには、事故がどのように起き、何を変更・改善することでその事故を予防することができるのかを把握する必要がある。遊具に安全上の明らかな欠陥がある場合などは、一件の事故で

も改善可能であるが、多くの場合、遊具と児童の行動とが相互に関連して起きており、一件の事故だけでは、重篤な傷害になり得る事例なのか？、典型的な発生パターンなのか？、対策が必要なのか？などを分析することは困難である。これらを分析するには、同様な状況で発生した事例を複数集める必要が生じるが、一般に事故は一つの環境下で多発するわけではないため、各小学校で事故データを収集しても、原因を究明するのに十分な情報を収集することも困難である。また、NAASH で収集されている傷害データでも、事故状況を自由記述文で記述しており、事故予防に必要な時空間情報（時間、場所、姿勢、遊具の形状やタイプなどの環境情報など）が欠落し、事故の再現や把握が困難になっており、具体的な事故予防に十分に役立てられているとは言い難いのが現状である。

本研究の目的は、これらの問題点を解決するために、ある環境で起きた事故は、その環境に類似した環境でも起こり得るという考えのもと、複数の類似環境下で収集された情報を統合して分析を行ったり、統合した情報を個別の環境に適合させて提示するための情報処理技術を確立することである。本論文の目的は、その第一歩として、地理情報システム (GIS) 技術とテキストマイニング技術をベースとした事故状況情報共有システムを提案する。GIS の時空間情報の記述・検索・共有機能と、テキストマイニングの文章を定量的に扱う機能を統合することで、事故状況情報の共有システムを実現する。構築したシステムを用いて、従来手法で既に収集されている傷害情報の入力を行い、検索機能、可視化機能、個別施設への適合提示機能の検証を行う。

2. 事故状況情報共有システムの提案

2.1 事故情報記述における問題点

事故状況を記述する方式や技術が確立しておらず、現状は自由記述文で記述するようになっており、記述する情報は入力者個人に委ねられている。一般にある特定の施設だけで頻繁に事故が起きることはない。そのため、個別の施設だけでは発生する事故の件数が少なく、潜在的なリスクを把握するのに十分な事故情報が得られない。件数が少ない事故データの分析では実は頻発しているような事故でも、誤ってレアケースとして扱ってしまう可能性がある。そこで、類似した事故が起きると考えられる同種環境同士で事故情報を共有可能なかたちで収集し、

大規模なデータとして扱うアプローチが考えられる。しかし、施設や人ごとに事故状況の記録方式や表現法が統一されておらず、同じデータとして扱うことは難しい。事故予防に活用可能な事故データを集めるためには事故状況の記録や表現方法を統一する必要があり、それにあたって以下のような2つの問題があり、事故状況記述の妨げとなっている。

時空間情報欠落の問題：もし、仮に情報収集の問題を解決し、大量の事故情報を集めることに成功したとしても、次に障害となるのが情報欠落の問題である。大規模なデータを分析し事故発生メカニズムに基づいた事故の統計分析を行った例として、桑原らの研究 [3] があるが、この研究も事故をパターン化することにある程度成功してはいるが、どのような位置で事故にあったかといった時空間情報を含めた統計分析はなされておらず、具体的な対策には結びついていない。なぜなら、一般に事故状況は文章で記録されている場合が多いため、事故予防に重要な時空間情報（場所、姿勢、動きなど）が欠落してしまうのである。そのため大規模な事故状況データがあっても実際の事故状況の再現や把握が難しい。例えば、「ブランコで足を滑らせて地面に転落した」といった状況記述文として記述されていたとしても、立って乗っていたのか？、座って乗っていたのか？といった姿勢の情報や、後方に転落したのか？、前方に転落したのか？といった位置情報が把握できず、事故状況の再現が困難である。

事故状況の類型化の問題：文章による事故状況記述の問題は時空間情報の欠落だけではない。文章は定量的に扱うことが難しいという問題がある。例えば、ある施設で「ブランコの近くを通り、友達が遊んでいたブランコにぶつかった」といった事例があり、もうひとつの施設で「誤って友達の前を歩いていたブランコの前に出てしまい、友達の足が鼻に当たった」といった事例があったとすると、これら2つの事例は状況はよく似ているが、異なる部分もあり、同一の事例として扱うか別の判断が難しい。「ブランコに近づいて衝突した」事例が2件ともいえるし、「ブランコに近づいてブランコにぶつかった」事例が1件と「ブランコに近づいて乗っている人にぶつかった」事例が1件ということもできる。このような類型化の問題は、例えば、環境改善による事故予防の観点から、事故に関連した物体が同じものを同一の事故として扱ったり、事故の全体像を把握するという観点から、事故に至るまでの子どもの行動や事故の種類などが同じものを同一の事故として扱ったり、といったように目的に合わせて類型化の定義を適宜変更できる必要がある。また、適切に類型化の定義を行うことで、同種施設同士で、個別環境にとられない情報共有が可能になる。しかし、文章データは定量的に扱うことが難しいため、類型化の定義を行ったり、どの定義が有用かといった議論は行われず、活用されていない場合がほとんどである。そのため、他の施設にとって有用な事故状況の共有が行えず、年齢、性別、傷害の種類といった項目化しやすいデータの統計情報を共有しているのが現状である。

2.2 事故状況情報共有システムの必要機能

前小節で整理した状況記述における2つの問題を解決するためのアプローチとして、以下のような2つの機能を持ったシステムが必要と考えられる。

時空間情報を記述する機能：事故状況を記述する際に文章データで表現すると時空間情報が抜け落ちてしまうため、文章以外の方法で事故の時空間情報を保存する機能が必要である。たとえば、実際の事故現場を再現し、その空間上に座標情報として事故の時空間情報を保存できるような機能が必要である。このような機能を実現するための技術として、位置とその位置に関連する情報を結びつけて保存・共有可能な地理情報システム (GIS) が利用可能である。

文章データを類型化する機能：同種施設間で事故予防に役立つ情報を共有するには、年齢、性別、傷害の種類といった項目化されたデータによる統計情報の共有ではなく、どんな状況で事故が起こり得るのかといった情報を個別環境に左右されない状態で共有可能にすることが重要である。そのためには、従来は定量的に扱うことが難しかった文章で記述された事故の状況を類型化する機能が必要である。この機能を実現できれば、どの

ような行動をとって、事故にあったかなどをパターン化することが可能となり、どのような状況で起きる事故事例が多いかなどを定量的に分析することが可能となる。この機能を実現するための技術として、文章を定量的に扱えるテキストマイニング技術を利用することが可能である。

2.3 事故状況情報共有システムの実装

前小節で述べた必要機能の整理にもとづき、情報収集に関する3つの機能と、それをもとに収集したデータの分析機能を実装し、統合することで、事故状況情報共有システムを実現する。本研究で構築する事故状況情報共有システムの構成を図1に示す。構築したシステムは、「事故状況の時空間的記録機能」、「典型的事故パターン分析機能」、「事故状況キーワード及び時空間的検索機能」、「事故状況の個別施設への適合提示機能」の4つの機能を有する。具体的には3D GIS によって事故情報を3次元空間上に記録し、典型的事故パターンを分類することで、多様な施設の特徴や目的に適合させて、個別施設で起こり得る事故パターンを提示することが可能である。以下に各機能について述べる。

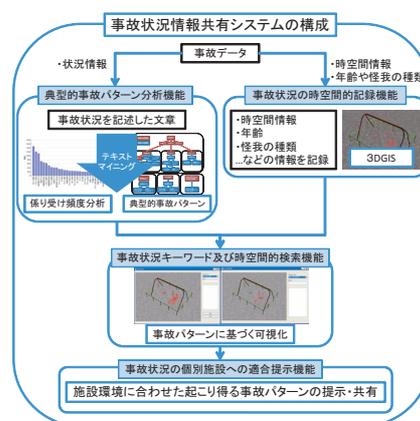


図 1: 事故状況情報共有システムの構成

典型的事故パターン分析機能：テキストマイニングを用いて典型的な事故のパターンを抽出する。テキストマイニングとは文章を単語やフレーズに分割することで、単語やフレーズの頻度により文章を定量的に分析することを可能にする技術である。今回はテキストマイニングツールである TextMiningStudio を用いて分析を行った。

事故状況の時空間的記録機能：前節でも述べた通り、自由記述文で記録するだけではなく、空間的な情報の記述が必要である。そこで、地理情報システム (GIS) の技術を応用し、3次元空間内の任意の個所に情報を付加できるシステムを開発した。3D オーサリングソフトである Virtools を用いて実装を行い、3次元モデル上の任意の位置をマウスでクリックすることで、その3次元位置座標に情報を付加できる機能を実装した。また、情報を付加した位置には、球状マーカを表示するようにした。本論文では、遊具事故を対象としているため、公園のような複数の遊具が存在する仮想空間を構築した (図2)。

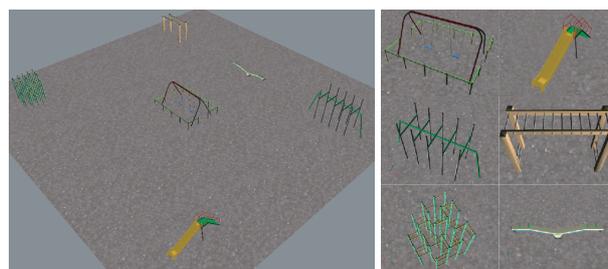


図 2: 構築した仮想の公園

事故状況キーワード及び時空間的検索機能: 事故状況の時空間的記録機能で入力を行ったデータに関して、学年、性別、傷害の種類などで検索を行い、結果を可視化して表示する機能を実装した。また、任意の空間内の事故事例を検索し、事故の事例の自由記述文を表示する機能についても実装した。

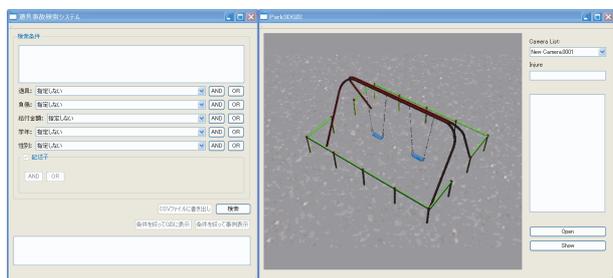


図 3: 検索用ソフトウェア

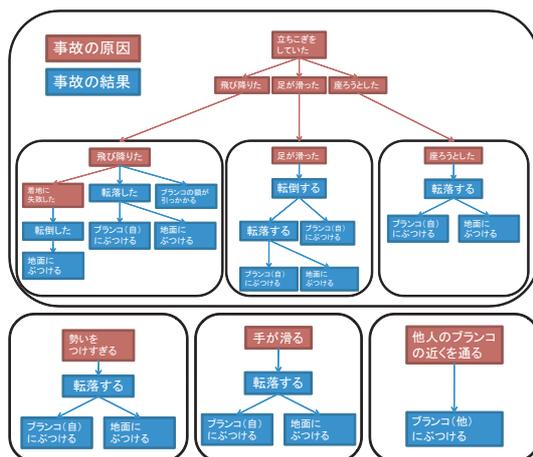


図 5: 典型的事故パターン

事故状況の個別施設への適合提示機能: 事故情報の共有を進めることで、個別施設環境に合わせた起こり得る事故パターンの提示・共有が可能になる。図は学校環境下と学童保育環境下での事故を重ねあわせた結果である。このように情報を共有することで1つの施設ではわからない事故の傾向を抽出し事例を提示できるようになる。

3. 事故データを用いた提案システムの検証

NAASHの2007年度の小学校での遊具事故の災害共済給付金データ(18,609件)を使用して、本論文で提案するシステムの実用性について検証を行った。なお使用したデータにはブランコ、すべり台、雲てい、ジャングルジム、登り棒、アスレチック遊具、総合遊具、シーソー、ろく木、旋回塔の遊具10種類についての事故データ負傷名、負傷部位名、災害発生時の状況(テキスト)...などの情報を含む。今回は特に件数の多いブランコの事故のデータを用いて検証を行った。

3.1 典型的事故パターン分析機能の検証

NAASHの事故データのうちブランコの事故4379件について事故状況の自由記述文をTextMiningStudioを用いて単語頻度分析、類義語辞書の作成・置換、係り受け頻度の分析を行った。まず、単語頻度分析を行い、頻出単語の中で類義語辞書を作成し、意味的な類義語を含めた類義語の置換を行った。次に文章中の単語同士がどのような繋がりをしているか(係り受け)を名詞と動詞に関して頻度を分析したものを多い順に上位30件を図4に示す。この係り受け頻度をみるとどのような事故のパターンが多いかというのが伺える(例: バランスを崩した)。そこで係り受けから事故の状況を説明しているものを整理し、典型的な事故のパターンをモデル化した。事故の状況を事故の原因と結果に分けてそれぞれを先程の係り受け頻度を元に樹形図で表現した例が図5である。

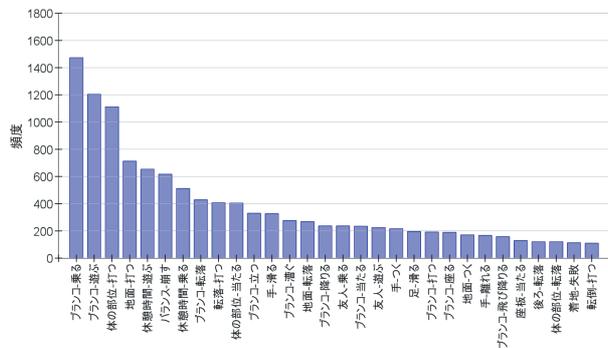


図 4: 係り受け頻度分析(名詞 - 動詞)

3.2 事故状況の時空間的記録機能の検証

ブランコ事故データのうち三次元空間上に入力可能と思われる事例についてそれぞれ100件、事故の発生場所、負傷の種類などを入力した。以下に入力の方法を示す(図6)

1. 遊具はいくつかのオブジェクトに別れており、現在選択中のオブジェクトがわかるようになっている。
2. 入力する位置を決め負傷の種類等の情報を入力していく。
3. 入力が終了するとその箇所に赤いマーカーが表示される。

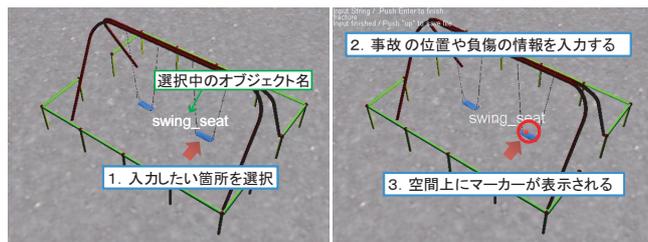


図 6: 入力の手順

このようにして100件入力した結果を3次元空間上に表示した結果を図7に示す。ブランコでは地面だけではなく、座面、鎖や少数ながら柵などの場所で事故が起きていることが視覚的に確認できる。このように、事故状況の時空間的記録機能を利用することで、直感的に事故状況の時空間情報を入力できるとともに、入力した結果を視覚的に分かり易く提示することが可能である。

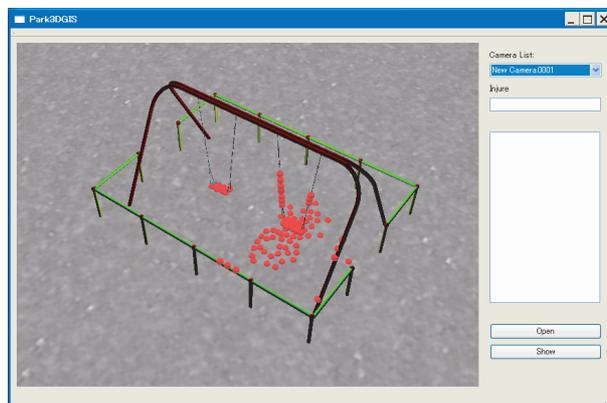


図 7: 入力の結果

3.3 事故状況キーワード及び時空間的検索機能の検証

事故状況キーワード及び時空間的検索機能の検証として負傷の種類のうち骨折をキーワードとして検索した結果、以下のような結果が得られた(図8)。鎖での骨折事故が多いことがわかる。事故の事例の自由記述文を表示する機能を利用してどのような状況で事故が起きているかを検索すると、「運動場でブランコに乗って遊んでいて、手が滑ってブランコから落ちる。その時ブランコの鎖に両手が引っかかり両手の指を負傷する。」といった事例が確認できた(図9) 社団法人公園施設業協会による遊具の安全に関する規程によれば、ブランコの鎖に関しては過去に重大事故が報告されていないことからハザードレベルは低いとされているが[4]、実際には重傷事故である骨折事故がかなり多い。このように、データ共有がうまくいかず、これまで見逃されていた事故事例を、時空間的検索機能によって発見することができた。

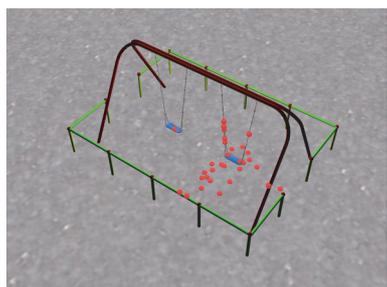


図 8: 骨折で検索した結果

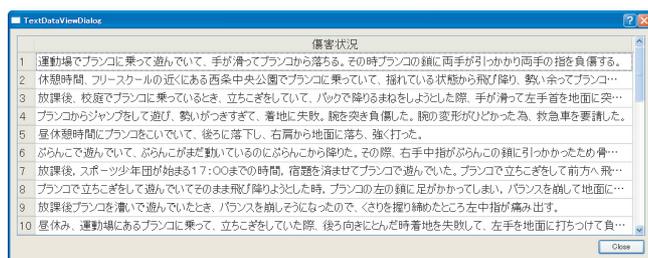


図 9: 事故の状況記述文を表示した結果

3.4 事故状況の個別施設への適合提示機能の検証

今回は同種環境の異なる複数の施設での事故データがなかったため、代わりに複数の施設の事故データを集めた集合データをひとつの施設のデータに見立てて事故状況の個別施設への適合提示機能の検証を行った。具体的には、前節での日本スポーツ振興センターで集められたデータを入力した結果(100件)をある施設で集められたデータの(仮に環境A)とする。もうひとつ施設のデータとして、著者らの研究グループで子どもの事故予防を目的に独立行政法人国立成育医療センターと協力して収集した事故データのうち、ブランコによる事故のデータ(75件)をNAASHのデータと同様にシステムに入力し、3次元空間上に表示した(図10)。これをもうひとつの施設のデータ(仮に環境B)とする。また先ほどと同様に骨折の事例を検索した結果を図11に示す。今回、個別施設への適合提示機能の検証を行うため、環境Aと環境Bでの骨折の事例を重ね合わせて同一空間上に表示して比較を行った(図12)。原因となった物体を比較すると、環境Bでは骨折の事例が殆どなく、地面での骨折が2件あるだけである。つまり、環境Aではブランコでの骨折事故は起こりにくい事故であるといえる。しかし、環境Aでは骨折事故が多発しており、地面だけではなく、環境Bでは起こっていない、鎖、座板、支柱、柵での骨折事故が起きている。つまり、環境Bでブランコの骨折事故が少ないのはまだ起こっていないだけの可能性もあり、将来的に環境Bでも鎖、支柱、柵などの骨折事故が起きる可能性が示唆された。このように個別施設適合機能によって事故データを同種施設相互で共有することで「まだ起きていないが将来起こりうる事故」の時空間的な把握が可能であ

ることが検証できた。

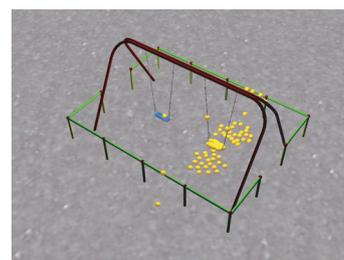


図 10: 入力結果(成育医療センター)

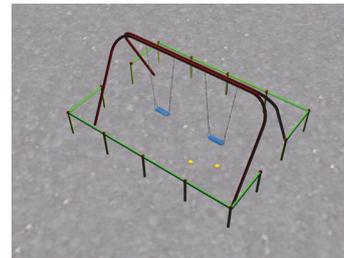


図 11: 骨折で検索した結果(成育医療センター)

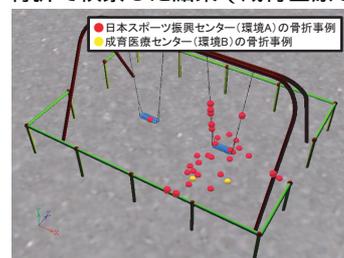


図 12: NAASH と成育のデータの重ね合わせ(骨折)

4. 結論

本研究では、地理情報システム(GIS)技術とテキストマイニング技術をベースとした事故状況の時空間情報共有システムを提案した。GISの時空間情報の記述・検索・共有機能と、テキストマイニングの文章を定量的に扱う機能を統合することで、傷害予防に役立つ事故状況情報の共有システムを実現した。本研究では、事故状況の時空間情報共有システムの適用分野として、特に、遊具による事故を選び、事故状況を記述・類型化・検索・可視化可能なソフトウェアの構築を行い、実際の遊具事故データ(ブランコ)を用いて、システムの検証を行った。ブランコの事故データを約100件、事故発生場所、負傷の種類などを入力し、データの記述、類型化、検索、可視化などの機能の検証を行った。また、遊具事故データを用いた提案システムの検証によって、他の施設で起こっている同型の遊具による事故事例を抽出し、「まだ起きていないが将来起こり得る事故」として把握することで潜在的なリスクを発見可能であり、その際、時空間的記録・検索機能によって、数値的にだけでなく時空間情報も把握可能であることが確認でき、提案システムによって事故データを同種施設相互で共有することの実現可能性と有用性を示すことができた。

参考文献

- [1] 西田佳史, 本村陽一, 北村光司, 山中龍宏, "子どもの事故予防のための日常生活インフォマティクス", バイオメカニズム学会誌「子供安全とバイオメカニズム特集号」, Vol. 33, No. 1, pp. 16-22, February 2009
- [2] 独立行政法人日本スポーツ振興センター: "学校の管理下の災害 - 21 - 基本統計", 2008
- [3] 桑原淳司, 仙田満, 矢田努, "幼児施設の園庭遊具における事故とその安全性について", ランドスケープ研究 vol. 60(5), 1997
- [4] 社団法人日本公園施設業協会: "遊具の安全に関する規程", pp. 22, 2008