

公募シンポジウム

公募シンポジウム4

医療分野の研究開発に資するための匿名加工医療情報に関する法律施行後の状況

2018年11月23日(金) 16:00 ～ 18:00 E会場 (5F 501)

[2-E-3-4] 多機関分散データの統合的利活用による生活安全の課題把握と課題解決への試み

○北村 光司（産業技術総合研究所）

子ども、高齢者、障がい者などの生活機能変化者に対する生活安全が強く求められている。本研究では、多機関分散データの利活用技術を、データを保有する現場や機関や、課題解決へのアクションを取れる技術者やデザイナーなどと連携し、具体的な課題に取り組みながら実証的に開発することを目的としている。これまでに、消防庁、日本スポーツ振興センター、複数の医療機関、保育所・小中学校などと連携し、分散された傷害関連データを統合的に活用する技術の開発を進めている。

具体的な応用の1つとして、学校環境での安全について取り組みを進めている。複数の学校に分散する事故データを、学校を特定されないまま仮想的に統合し、統計的な分析を行ったり、類似状況で他校で発生した重症事故情報を共有する仕組みを開発した。また介入の効果を検証するために、状況ごとに経年変化を分析可能なトレンド分析機能を開発した。

開発した機能を具体的なデータに適用し、実証検証を行ってきた。トレンド分析機能については、2008年～2015年に起きた高校での柔道事故について、柔道の技ごとにトレンド分析を行った。柔道事故については、2013年に書籍が発行されるなど社会問題化し、注意喚起が行われ、特に「背負い投げ」と「大外刈り」のリスクが指摘された。その影響もあり、事故に関連した「背負い投げ」が、2013年から顕著に減少していることが分かった。一方「大外刈り」は顕著な減少はしておらず、未だ解決していないことが分かった。

小学校での事故データにデータ統合・共有機能を適用することで、跳び箱で手首の骨折など比較的重症事故が発生していることが分かった。課題解決につながる詳細な分析を行うため、小学校と連携し、跳び箱の授業を観察し、事故につながる跳び方や状況の分析を行った。分析結果を含めて、事故につながる跳び方やチェックすべきポイントを整理した予防のためのソフトウェアを開発した。

多機関分散データの統合的利活用による 生活安全の課題把握と課題解決への試み

北村光司^{*1}、西田佳史^{*1}

^{*1} 産業技術総合研究所、科学技術振興機構 CREST

Application to Problem Understanding and Solving in Living Safety by Technology for Integratively Utilizing Multi-organizational Distributed Data

Koji Kitamura^{*1}, Yoshifumi Nishida^{*1}

^{*1} National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, CREST, JST

Living safety technology is strongly needed for children, elderly and, persons with disabilities. But it is difficult to understand everyday life related problem based on injury data, medical data, and so on. Because such kind of data are distributed in multi-organization and it is difficult to share and integrate them due to privacy protection. To solve this issue, our project is developing technologies for integratively utilizing multi-organizational distributed big data based on security technology. The authors research on school safety based on developed technologies.

In this paper, the authors describe development of a trend analysis function as one of the necessary functions for finding high risk injury and evaluating an effectiveness of intervention. We also introduce about some examples of analysis using the developed function. Furthermore, we also describe some projects for injury prevention about found high risk injury by analyzing injury data using our developed system.

Keywords: Multi-organizational Distributed Big Data, Injury Prevention, School Safety

1. 結論

子ども、高齢者、障がい者などの生活機能変化者に対する生活安全が強く求められている。生活機能変化者は、身体機能や認知機能が変化することで、それまで問題とならなかった状況や環境でも、ある時からリスクが生じることがあるため、本人の注意や周囲の人々が注意するといった対応だけでは安全を確保することが難しい。そのため、データにもとづいて、リスク状況や条件を把握し、対策を実施し、その効果を検証する必要がある。しかしながら、生活安全を考える上で重要な過去に起きた事故データや医療データなどは、多機関に分散しており、事故の全数や事故が発生した原因から事故の結果生じた傷害までといった全体像を理解することが難しい。そのような多機関に分散したデータを、統合的に活用することができれば、データにもとづいた課題把握から課題解決へとつなげることが可能となる。

しかし、実際には、機関をまたいだデータの共有や統合は、個人情報保護、プライバシー保護、情報漏えいなどの課題があるため、そのようなデータ共有や統合の取り組みをしないことで責められるような状況にならない限り、積極的に取り組まねばならず、生活安全の推進を阻害する要因となっている。この問題に対して、JST CREST(ビッグデータ統合利活用促進のためのセキュリティ基盤技術の体系化)プロジェクトでは、セキュリティ基盤技術を活用した多機関分散データの利活用技術の開発を進めている。著者らの研究グループは、生活安全分野を対象に、データ保有機関である医療機関等やデータ活用者である製品デザイン等の現場と連携し、実証的に多機関分散データの利活用技術を開発することを目的としている。これまでに、消防庁、日本スポーツ振興センター、複数の医療機関、保育所・小中学校などと連携し、分散された傷害関連データを統合的に活用する技術の開発を進めている。

具体的な応用分野の一つとして、学校安全を取り上げ、実証を進めている。これまでに、複数の小学校に分散する事故データを、学校を特定されない方法で、仮想的に統合することで医療費などの KPI 付きビッグデータを作成し、重症となる

事故要因を分析するための、PSI を用いたプライバシーを保護した情報共有技術と重症度クリフ分析技術から成る重症事故分析システムを提案・開発し、実際のデータに適用して検証を行ってきた。このシステムは、分析者が学校現場での課題を把握し、予防策の検討に活用してもらうことを想定している。

本稿では、提案システムを現場で活用する上で必要となる経年変化に着目した課題把握や介入の効果評価に関する機能拡張と実データへの応用について述べる。また、実際にシステムを活用して明らかになってきた課題に関して、傷害予防に必要な詳細なデータ取得や分析を行う試みを行ったので、それについて報告する。

2. プライバシーに配慮した多機関の事故情報の統合による重症事故分析システムの概要

複数機関で保有するデータを共有したり、統合するなどして、課題把握や課題解決を行うためには、プライバシーを保護した状態で活用可能な仕組みが必要である。また、共有・統合したデータから有用な情報を取得するための分析手法も必要となる。これを実現するシステムとして、著者らが参加している JST CREST(ビッグデータ統合利活用促進のためのセキュリティ基盤技術の体系化)のプロジェクトで開発されたプライバシーを保護したデータ集合演算技術(PSI)と、重症度クリフ分析技術から構成されるシステムを提案してきた。

PSI は、指定したデータ項目に関して、複数機関の間でデータを暗号化したまま、共通集合を取り出すことが可能な技術である。これを活用することで、ユーザが指定した条件に合致する事故情報を、どの学校で起きた事故かは秘匿したまま、統合した状態でユーザへと提供が可能になる。

重症度クリフ分析技術は、医療費を重症度と捉えて、重症となる事故要因を分析する技術である。この技術は、類似した状況の事故を対象に、重症度を分析し、重症度が高い事例と低い事例の変化点を見つけ出し、重症事故と軽症事故の違いを分析することで、重症事故の要因を分析することが可能である。

これら2つの技術を統合することで、複数の学校環境下で起きた事故情報を、プライバシーを保護したまま統合し、統合した事故データから重症事故を把握したり、その要因を分析することが可能となる。具体的には、図1に示すようなシステムを提案し開発した。ユーザが知りたい事故に関する情報(学年、性別、事故の種類、怪我の種類など)を条件として入力することで、その条件に合致する傷害データを複数の学校から取得・統合する。次に、得られた傷害データの事故状況を記述した文章データを対象に重症度クリフ分析技術を適用することで、指定した条件の事故に関する重症事故を把握可能で、さらにその要因を分析することが可能である。

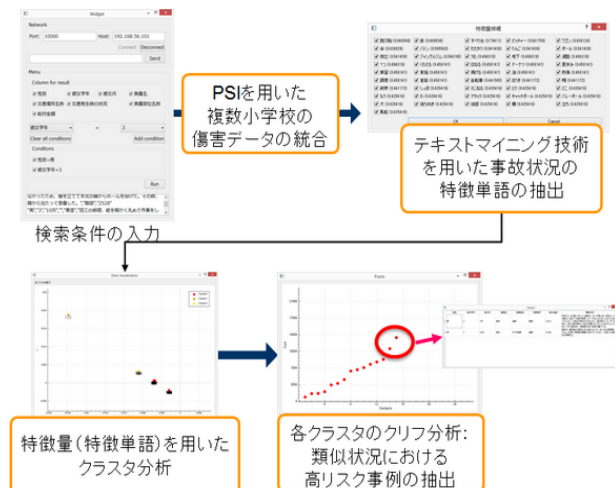


図1 学校環境下の重症事故データ分析システム

3. 経年変化に着目した課題把握と介入の効果検証機能の開発と実データへの適用

解決すべき課題を見つける際の観点の1つとして、経年変化がある。近年急に増えている事故、件数が多く発生している長年変化が無い事故などは、対策を検討すべき課題である。また、何らかの対策や介入を行った場合の効果評価を行う際にも経年変化に着目することは重要である。そこで、これまでに開発してきた重症事故分析システムと統合して活用できるようにトレンド分析機能を開発した。これにより、事故発生時の状況に着目したトレンド変化や、事故に特徴的な単語に着目したトレンド分析が可能になった。

トレンド分析機能を、日本スポーツ振興センターの2008年～2015年の災害給付制度データに含まれる柔道に関する傷害152,695件のうち高等学校のデータ60,300件に対して適用して分析を行った。分析結果の例として、事故に関係した柔道の技に関してトレンド分析を行った結果を図2に、柔道事故による負傷に関するトレンド分析の結果を図3に示す。柔道事故については、2013年に書籍が発行されるなど、社会問題化し、注意喚起が行われ、特に「背負い投げ」と「大外刈り」のリスクが指摘された。また、安全な指導方法のマニュアルが作成されるなど、現場での取り組みも行われている。それらの影響もあり、事故に関連した「背負い投げ」が、2013年から顕著に減少していることが確認できた。一方、「大外刈り」は顕著な減少はしていないことが確認できる。このように、トレンド分析を行うことで、傷害予防にとって重要な介入による効果を評価することが可能である。次に、負傷については、「挫傷・打撲」「捻挫」「骨折」が顕著に減少している。一方、「靱帯損傷・断裂」は2011年に顕著に増加し、その後も同じ傾向が

続いていることが確認できる。このように顕著な増加が見られる事故については、その原因を究明する調査を実施し、予防のための介入をとるといったアクションにつなげることが可能となる。

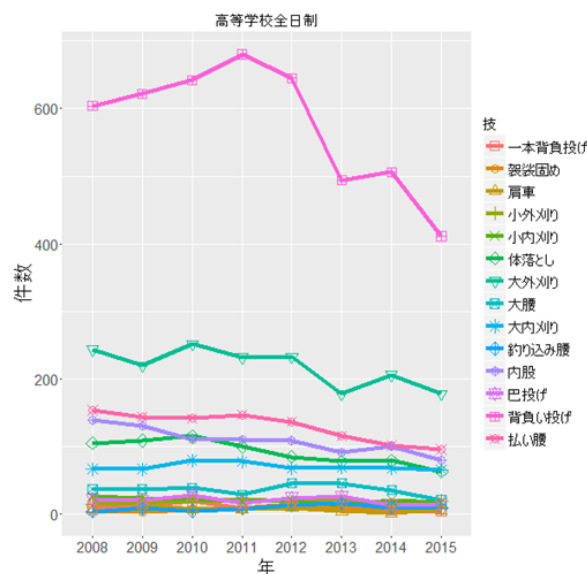


図2 柔道事故に関係した技のトレンド分析

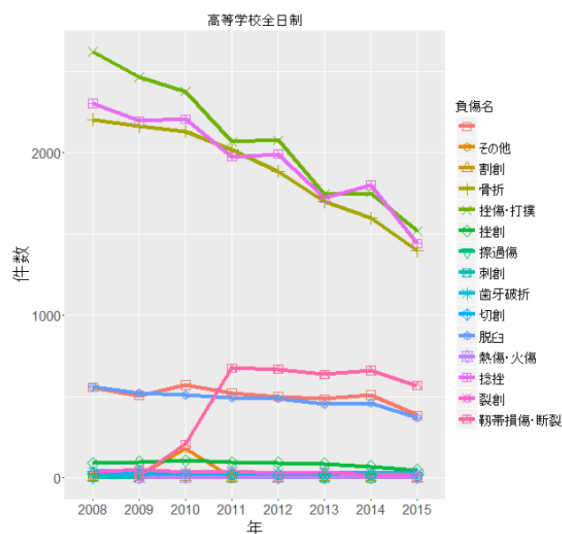


図3 柔道事故による負傷のトレンド分析

4. 開発システムによる分析結果を傷害予防へとつなげるための取り組み

4.1 サッカーゴール転倒事故に関する取り組み

開発システムを、日本スポーツ振興センターが保有する災害共済給付データに適用して、小学校・中学校・高等学校で、2014年度に発生した「サッカーゴール」に関する負傷事例1,921件を対象に分析を行った。事故状況としては、サッカーゴールへの衝突、サッカーゴールやネットにつまづいて転倒、サッカーゴールの運搬・設置・片づけ時に負傷、ぶら下がりや

跳びつきによる負傷、風でサッカーゴールが転倒、サッカーゴールに登る・腰かけるなどして落下、サッカーゴール固定用金具・重り等で負傷、といったものがあつた。この中から、死亡事故も起きている²⁾ことから、サッカーゴールが転倒する事故を対象に分析を行ったところ、29件の事故が発生していることが分かった。具体的には、以下のような状況である。

- ・ 体育の授業中に、グラウンドでサッカーの試合のキーパーをしていたところ、シュートがゴール枠から外れたことに喜び、サッカーゴールにぶらさがった。その後、ゴールの下敷きになる形で倒れ、歯をぶつけ歯牙が脱落した。
- ・ 球技大会でサッカーをおこなっていた際、強風によりゴールが傾き、キーパーをしていた本人の首にあたった。
- ・ 昼食時休憩時間、運動場の端で、鬼ごっこをして遊んでいた。他の児童数人が、ミニサッカーゴールのネットをひっぱり、サッカーゴールが倒れた。たまたま通りかかった本児の右顔面にサッカーゴールがあたり転倒した。その際に頭部を打撲した。

分析により、サッカーゴールが転倒する事故が発生する状況の概要は把握できたが、事故データの分析だけでは、リスクの大きさを定量的に把握したり、対策の重要性や具体的な対策方法を定量的に示すことは難しい。そこで、予防につなげるための取り組みとして、サッカーゴールが転倒した場合の衝撃力の計測、サッカーゴールが転倒するのに要する力の計測、クロスバーに人がぶら下がることで倒れる事故が起きていることから、人がぶら下がって揺れることによってサッカーゴールに掛かる力の計測を行った。

サッカーゴール転倒による衝撃力の計測を行うために、アルミ製のサッカーゴール 2 種類、鉄製のサッカーゴール 1 種類を対象に、転倒時の衝撃力の計測を行った。サッカーゴールのクロスバー部分にロープを掛けて、ロープを引っ張ることでサッカーゴールを倒し、クロスバー部分が地面に衝突する位置にロードセルセンサを用いた衝撃力計測装置を設置した。ロープを引っ張る際は、衝撃荷重が掛からないように緩やかに引っ張り、サッカーゴールが倒れ始めたら、引っ張ることを止め、その後は自重で転倒するようにした。また、ロープの間に小型のロードセルセンサを設置し、引っ張り力も同時に計測を行った。

サッカーゴールが倒れた場合の衝撃力の計測結果を図 4 に示す。アルミ製サッカーゴールの場合の最大値は 9,521N、アルミ製サッカーゴールの最大値は 18,980N、鉄製サッカーゴールの最大値は 29,283N であった。特に鉄製サッカーゴールは衝撃力がアルミ製サッカーゴールの 1.5～3 倍程度も掛かることが分かった。この衝撃力と傷害の関係を見てみると、頭蓋骨は 3,500N～5,000N 程度で骨折するため³⁾、どのサッカーゴールでも頭蓋骨骨折のリスクが十分にあることが分かった。

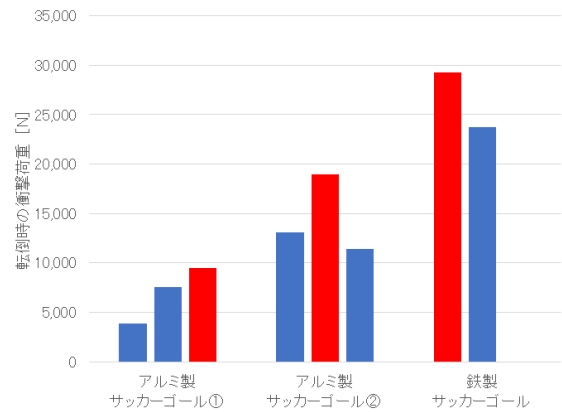


図4 サッカーゴール転倒による衝撃力

前述の通り、サッカーゴールを転倒させる実験を行う際に、サッカーゴールを引っ張るロープの間に小型のロードセルセンサを設置することで、サッカーゴールが転倒するのに要する力を計測した。計測は、アルミ製サッカーゴールを用いて行った。また、サッカーゴールの背面下方のバーに重り（20～80kg、20kg 刻み）を載せた際の引っ張り力についても計測を行った。結果を、図 5 に示す。まず重りを設置しなかった場合に着目すると、最小で 242.2N(24.7kgf)という小さい力でサッカーゴールが転倒することが分かった。また、重りが増加すると、引っ張り力も増加するという相関関係があることが分かった。線形近似直線の傾きを、引っ張り力を kg に換算して算出すると 0.94 であった。これは、ゴールポストの高さ 250cm に対する、奥行き方向のバーの長さ 223cm の比率である 0.89 とほぼ同じであり、ゴールポスト下端を支点としたこの原理が働いていることが分かった。

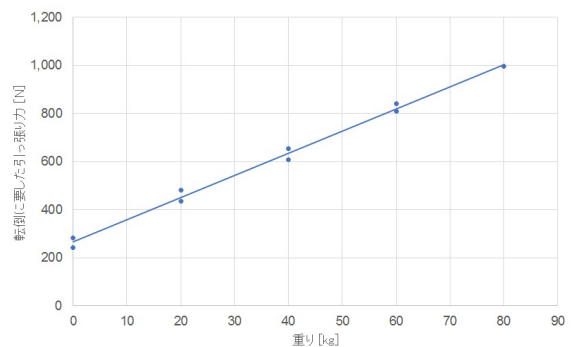


図5 サッカーゴール転倒に要した力

事故状況のうち多いものとして、サッカーゴールのクロスバーに子どもがぶら下がって前後に揺らした場合には、サッカーゴールを転倒させるのに関わる水平方向の荷重を計測した。実験では、鉄棒状の実験装置を製作し、水平バーの両端に 2 軸の荷重センサを設置し、水平方向と垂直方向の荷重を計測した。実験は中学生 10 人の協力を得て、一人でぶら下がって揺れた場合について計測を行った。試行中の最大の水平方向荷重の結果を、図 6 に示す。前後に揺らした場合、最大で 405.4N(41.4kgf)の力を掛けられることが分かった。

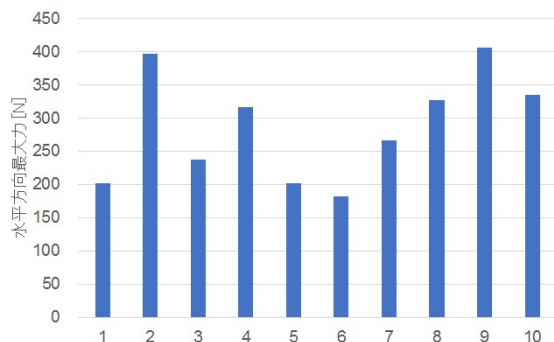


図6 前後の揺らしによる水平方向荷重

以上の結果から、サッカーゴールが転倒すると、地面付近でクロスバーが与える衝撃力は最小で 3,887N、最大で 29,283N であり、これは頭蓋骨が骨折するリスクが高いことが分かった。アルミ製のサッカーゴールは 242.2N(24.7kgf)という小さい力で転倒することが分かった。子どもがぶら下がって前後に揺れた場合にクロスバーに掛かる水平方向の荷重は、405.4N(41.4kgf)であり、サッカーゴールを固定したり、重りを置いていない場合は、一人でぶら下がって揺れるだけでも容易に転倒することが分かった。

これらの結果を踏まえて、シンポジウムを開催したり、具体的なデータを示した啓発活動などへとつなげている。

4.2 跳び箱による事故に関する取り組み

跳び箱の事故についても、2014 年度の日本スポーツ振興センターの災害共済給付データを用いて、小学校で発生した運動に関連する事故 97,716 件を分析すると、最も多いのは跳箱運動での事故で、14,715 件起きており、全体の約 15%を占めていた。また、跳箱運動による事故で負傷については、骨折が最も多く、約 37%を占めていた。発生状況については、助走時、踏切時、手を着いてから離れるまでの間、着地時、台上前転時などで起きており、最も多いのは、手を着いてから離れるまでの間の事故であった。データを分析することで、跳箱運動による骨折が多いことや、手を着いてから離れるまでの間での事故が多いことが分かった。しかしながら、詳細な事故状況や子どもの動きなどの情報はなため、このままでは傷害予防につなげることが難しい。

そこで、豊島区の富士見台小学校と理学療法士と連携して、跳箱の跳び方とリスクの関係などについて、実際の授業中の観察調査を行い、パターン部類を行った。例えば、踏切の勢いが弱い場合や腕支持が適切にできていない場合、重心の移動が不十分なため、跳び箱の上で手の上に臀部が乗ってしまい手首を捻挫したり、跳び箱を跳び切れずに臀部を跳び箱にぶつける、というパターンや、前方方向への推進にのみ注力している場合、着地後にバランスを崩して転倒するというパターンがあることが分かった。これらの分析結果をふまえて、事故のリスクがある跳び方、跳び方のチェックポイントやうまくできていない場合の練習方法について提示するシステムを開発した(図 7)。今後、実際に小学校などで活用してもらいながら、評価・改良を進める予定である。

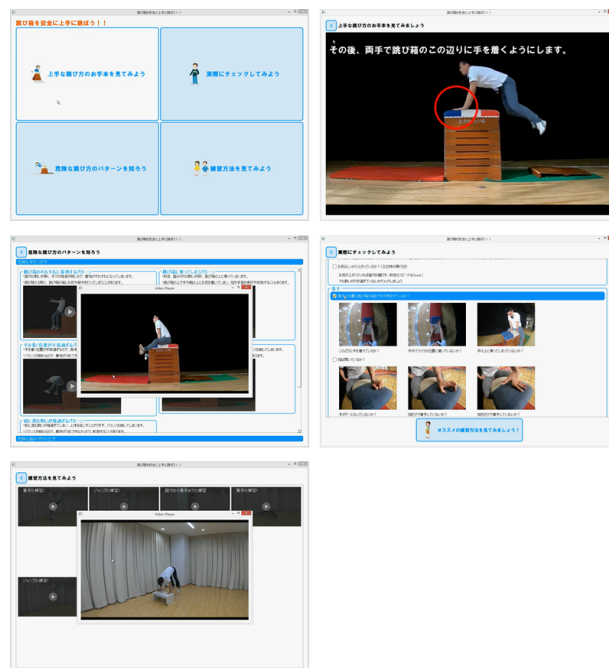


図7 跳箱の安全な指導を支援するソフト

5. 結論

本稿では、セキュリティ基盤技術を活用した多機関分散データの利活用技術を活用した学校安全を進める上で重要なトレンド分析機能について述べ、実際に高校での柔道事故を対象に分析を行った。また、本研究で開発を進めてきたシステムを活用して明らかになった課題に関して、傷害予防に必要な詳細なデータ取得や分析を行う試みとして、サッカーゴールが転倒することによる事故と跳び箱による事故に関する取り組みについて述べた。

今後、開発を進めてきたシステムを現場に導入して検証を進めるとともに、システムを活用した現場で傷害予防を行うためのエコシステムの検討も進める予定である。

参考文献

- 1) 西田佳史, 北村光司. 多機関分散データ統合活用技術による生活安全. 第 37 回医療情報学連合大会予稿集, pp. 190 - 192, 2017.
- 2) 山中龍宏. サッカーゴールの下敷きに. 小児内科 Vol. 36, No.4, pp. 686-689, 2004.
- 3) Narayan Yoganandan, Frank A.Pintar. Biomechanics of temporo-parietal skull fracture. Clinical Biomechanics, Volume 19, Issue 3, pp.225-239, 2004.