

# 保育所適合型見守り支援を可能にする 疫学と現場観察双方からの事故状況分析

田島 怜奈<sup>\*1</sup> 尾崎 正明<sup>\*1</sup> 内山 瑛美子<sup>\*1</sup> 西田 佳史<sup>\*1</sup> 山中 龍宏<sup>\*2</sup>

## Childhood Injury Situation Analysis from Both Epidemiology and Field Observation for Customizing Injury Prevention Support to Individual Nursery School

Rena Tajima<sup>\*1</sup>, Masaaki Ozaki<sup>\*1</sup>, Emiko Uchiyama<sup>\*1</sup>, Yoshifumi Nishida<sup>\*1</sup> and Tatsuhiro Yamanaka<sup>\*2</sup>

Many serious injuries occur in preschools. Effective injury prevention requires measures customized to the individual preschool. This paper proposed a field-adaptive injury prevention support system that combines both epidemiological analysis of big data of accidents occurred at Japanese preschools and video analysis on accidents/incidents occurred at a specific preschool. While the big data analysis revealed serious injury patterns common in preschools, the video analysis allowed us to extract behavioral patterns in real situations arising at the target preschool. Analysis from both sides enabled the grasping of the behaviors and environments that could lead to serious accidents at the target preschool.

**Key Words:** Injury Prevention, Nursery School, Big Data Analysis, Field Observation

### 1. 序 論

WHOは、子供の事故による傷害の大半が予防可能であり、全世界で事故予防の取り組みを推進すべきだと宣言している[1]。日本においても、事故は14歳未満の子供の死亡原因の第2位[2]に位置しており、事故予防の対策が急がれている。日本の教育・保育施設では、重篤な障害・死亡事故が令和2年に2,015件発生し、そのうち9割が施設内で起こっている[3]ことから、保育環境の改善によって予防できる事故が多いことが示唆されている。

近年、社会の高度情報化に伴い、保育の事故予防にも技術を用いた新しい介入が可能になってきた。例えば、AI技術を用いて事故ビッグデータを分析するテキストマイニングを用いた状況リスク数理手法[4]が開発されており、従来活用できていなかった事故の詳細な情報を事故予防デザイン支援に繋げることができるようになってきた。また、保育所のICT化推進に伴い事故予防のために保育環境にビデオカメラを設置することが推奨されており[5]、事故そのものだけでなく事故に繋がらなかったインシデントを詳細に確認できる環境が整いつつある。

本研究の目的は、事故ビックデータを用いたマクロ分析と実際の保育動画を用いたミクロ分析を統合し、疫学と現場観察双方からの事故状況分析を行うことで、個別保育環境適合型の見守りを可能とするシステムを提案し、実際の事故データと現場

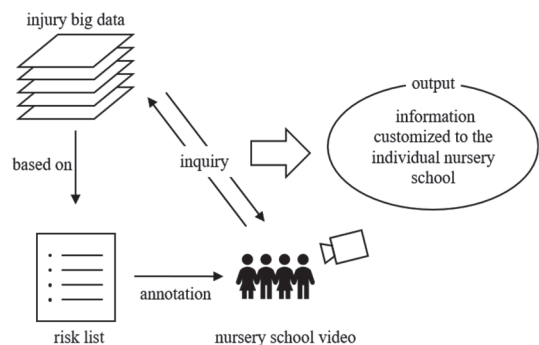


Fig. 1 The outline of the proposed system

動画データを用いて提案手法の検証を行うことにある。本研究で提案するシステムの概要を Fig. 1 に示す。

### 2. 疫学と現場観察双方からの事故状況分析システムの概要

現在内閣府・厚生労働省では、教育・保育施設における事故を防ぐための取り組みとして「教育・保育施設等における事故防止および事故発生時の対応のためのガイドライン」(以下事故予防ガイドライン)[6]が作成されているが、保育現場での具体的な事故予防に十分に活かしきれていないのが現状である[7]。

事故予防ガイドラインと同様に内閣府と厚生労働省で作成されている「感染症対策ガイドライン」の活用状況を調査した先行研究[8]では、保育園の実態に沿ったマニュアル作成方法の研修を受けた保育園ほど、マニュアルを有効に活用できることが示唆されている。しかし、社会で発生している事象の全体像を把握しながら、園の実態に沿ったマニュアルを作成する方法は

原稿受付 2021年7月19日

\*1東京工業大学

\*2緑園こどもクリニック

\*1Tokyo Institute of Technology

\*2Ryokuen Children's Clinic

■ 本論文は有用性(システム設計・構築分野)で評価されました。

確立されていないのが現状である。

本研究では、この問題を扱うために、事故予防に焦点を当て、全体像と現場の実像の両方を反映させた個別保育環境適合型の事故対策を可能とする手法について述べる。具体的には、公衆衛生分野でヘルスプロモーションの手法として広く用いられており、マクロに分析した結果を基に立案した対策をミクロな現場から実現していく計画モデルである PRECEDE-PROCEED Model [9] をもとに、Fig. 1 に示すような、ビッグデータを用いた疫学診断、および、保育環境を撮影した動画による現場診断を組み合わせ、個々の保育環境に沿った支援を行う手法の開発を進める。以下、ビッグデータ分析と保育動画分析について述べる。

なお本論文では、保育所等・幼稚園・幼保認定型こども園の3分類の総称として「教育・保育施設」の名称を使用し、その内保育所を限定するときのみ、「保育所」という名称を使用する。

### 3. ビッグデータに基づく多面的疫学分析

#### 3.1 分析に用いる事故ビッグデータ

本研究では、日本スポーツ振興センター（JSC）の災害共済給付制度によって災害共済給付がなされた、教育・保育施設で発生した事故データを利用した。この制度で収集されるデータは、学校の管理下で生じ治療費が5,000円以上の事故であり、その重症度によって重い順に「死亡・障害・疾病・負傷」の4種類の分類がなされている。データの内容は被災者の年齢や負傷名などの分類項目のほか、事故発生時の状況を表す自由記述欄（以下、状況記述文）があり、本研究ではその双方を分析対象とした。事故ビッグデータ分析は、東京工業大学と日本スポーツ振興センターとの共同研究の下、東京工業大学倫理審査承認を得て（第2020044号）実施した。

#### 3.2 重大事故事例分析 [10]

平成17～30年度内に発生した「死亡・障害」事故406件中、室内の行動・環境に起因する事故に対し、事故の原因となった「行動」と「環境」、また「傷害メカニズム」の要因を状況記述文から抽出し、以下のように整理した [10]。なお、要因タグは、日本スポーツ振興センターの事故分類 [11] を参考とした。

- (1) 行動に関する要因  
鬼ごっこ／着替え／遊び／出会い頭
- (2) 環境に関する要因  
棚／椅子／階段／ガラス／テーブル／布団
- (3) 傷害メカニズムに関する要因  
転倒／衝突・当たる／転落／落下・下敷き／挟む

#### 3.3 典型的な事故事例分析

前節では、死亡・障害に至った事例のみを対象としたが、軽傷も含めた全体像を把握するための分析も行った。事故ビッグデータを人が読み取り整理することは、多大な時間を要するため、新たに筆者らが開発した状況リスク数理手法 [4] を適用した。この手法は、状況記述文に分散表現を用いて求めた単語ベクトル化の和を状況ベクトルとして定義し、k-means法でクラスタリングしたのち次元圧縮手法であるt-SNE法で可視化を行うことで、事故の典型的な状況を抽出する分析手法である。Fig. 2では、Gap統計量 [12] で最適なクラスター数を評価し、類似した事故状況として30個のクラスターに分類した。

本研究では2018年度に発生した全70,340件の事故事例のうち、発生場所が「保育室」、発生時間帯が「保育中」に分類されている事故データを分析に適用した結果をFig. 2に示す。Fig. 2

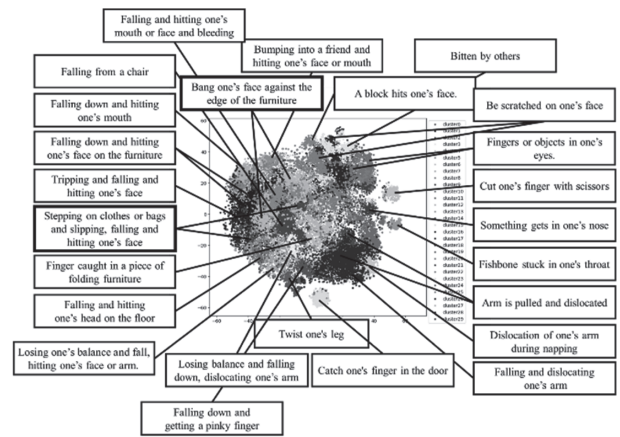


Fig. 2 Clustering results representing typical cases of accidents using situation risk visualization technology

で示される30個の事故状況のクラスターを見ると、例えば「家具の角に顔をぶつけた」「服や袋を踏んで滑って転倒し、顔を打った」などの、保育環境で起こる事故の典型的かつ重要な状況が抽出されたことが分かる。

#### 3.4 製品別の事故の起こり方のクラスタリング分析

子供の発達に伴い事故の起こり方も変化する。発達に合わせた対策を検討するために、事故の起こり方の変化の分析が重要となる。子供が日用品・家具をどう認識し、行動したかを知るうえでも、事故ビッグデータは貴重なデータソースである。

事故の起こり方の変化の分析を進めるため、まず、2018年度に発生した全70,340件の事故事例のうち、発生場所が「保育室」、発生時間帯が「保育中」に分類されている事故データの分析を行った。まず、どのような製品が状況記述文に含まれているか、全体像を把握するために、事故データの状況記述文について形態素解析を行い、出現頻度の高い名詞の中から以下の製品名18種類を抽出した。

椅子・イス、机・テーブル、玩具・おもちゃ、棚・ロッカー・本棚、角・コーナー、ブロック、絵本、布団、積み木・積木、マット、箱、ドア・扉、水筒、背もたれ、タオル、紙、遊具、窓次に、事故の特徴を「関連する製品」という面から把握するため、状況記述文の文章後半に事故の結果が記載されているという特徴に基づき、文末により近い位置に存在する製品名を事故に直結した製品だと仮定し抽出、タグ付けを行った。この製品名のタグ付け結果と既存のデータ分類項目を用いて、以下に説明する計算式を用いて事故の起こり方の傾向を表す負傷頻度クラスタリングを行った。

製品名 = { $A_n$ } 負傷名 = { $B_m$ } (ただし  $n = 1, 2, \dots, 18$ ,  $m = 1, 2, \dots, 14$ ) を用いて、条件付き確率

$$P(B_m|A_n) = \frac{P(A_n \cap B_m)}{P(A_n)} = \frac{N(A_n \cap B_m)}{N(A_n)} \quad (1)$$

を利用し、製品  $A_{n1}$  の負傷名確率ベクトルを計算すると、

$$[P(B_{m1}|A_{n1}) \ P(B_{m2}|A_{n1}) \ \dots \ P(B_{m14}|A_{n1})] \quad (2)$$

という14次元のベクトルに表すことができる。製品ごとの負傷確率ベクトルを求め、それぞれのユークリッド距離に基づく群平均法を用いて階層クラスタリングを行った。全体像を把握するために、全年齢データのうち製品名タグのついた14,705件

の階層クラスタリングの結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 の濃淡が製品ごとの負傷確率を示し、数字は実際の事故件数を表す。

Fig. 3 をみると、おもちゃや積み木などの手に持てるようなもの、椅子やテーブルなどの「落下や衝突につながるもの」、ハサミなどの「手を切ってしまう」などと、負傷の起こりやすさによって製品を分類できていることが分かる。このように負傷の傾向を求めることによって、同様の傷害を起こしやすい製品の特定や分類が可能となった。

次に、製品群ごとの傷害の起こりやすさが、発達によってどのように変化するかを考察するために、事故データを年齢ごと(0~6歳)に分け、同様に階層クラスタリングを行った。1歳児 1,921 件と 2歳児 2,576 件の事故データから得られた結果を Fig. 4 に示す。製品の中で、椅子・机・扉・遊具の 4 種類に着目すると、1歳の階層クラスタリング結果では椅子・机・扉の 3 種で類似度が高い結果を示しているが、2歳の結果では椅子・机と扉はクラスターが分かれて類似度が低い結果になり、遊具と類似度が高い結果に変化している。このように年齢別のクラスタリング構造を比較することで、子どもの発達段階によって同じ製品でも、子供の捉え方や行動が変わり、発生する事故の

種類や負傷種が変化することが分かった。

#### 4. 保育動画に基づく現場のインシデント分析

##### 4.1 疫学分析に基づくリスク要因リスト

前章で述べた事故ビッグデータを用いた多面的な疫学分析の結果、以下の危険環境・行動が危険であるという疫学分析に基づくリスク要因リストを得た。

###### (1) リスクのある行動

- 走る × (窓ガラス, 子供が多いとき, 狭い場所, 出会い頭, 鬼ごっこ)
- 登る × (椅子 (背もたれ), 机, ラック, 積み木, 階段, 遊具)
- 先が鋭いもの (箸やはさみ) を子供が手にしている

###### (2) リスクのある環境

- 角がある家具 (棚, 机, 柵, 窓枠など)
- 子どもの高さまでのガラス
- 挟む機構がある家具 (椅子, 机, ドアなど)
- 滑る・刺さるもの (布団, マット, 画びょう, 積み木, おもちゃ, ブロック, 紙, タオル, 絵本など) が床にある
- やけどの原因になるものが部屋内にある

##### 4.2 使用する保育動画とアノテーション

首都圏の保育所 1 箇所の協力の下、保育室 (1歳児クラス) に複数台のカメラを設置し、5 日間計 40 時間分の保育動画データを取得した。「転倒/衝突・当たる/転落/下敷き/挟む」のインシデントが発生した場面を記録した。動画分析は、東京工業大学倫理審査承認を得て (第 2020043 号) 実施した。

##### 4.3 インシデントのアノテーション結果

1 週間の動画から抽出された計 7 件のインシデントの詳細を Table 1 に示す。時間帯ごとのインシデント件数は、9:00~9:30 (午前保育) の間で 3 件, 10:30~11:00 (午前保育) の間で 2 件, 16:30~17:00 (午後保育) の間で 2 件となり、保育形態が変化する時間帯でのインシデントが多いことが分かった。

「走って鬼ごっこをしていて転倒」した 3 件のインシデントに関しては、同じ日の 4 分の間で同一の児童によって連続して発生していた。また、「滑るものが床にある」1 件では、新聞紙遊び中に足元の新聞紙につまずき転倒していた。

今回、抽出された転倒に関しては、手や顔などの体の一部が

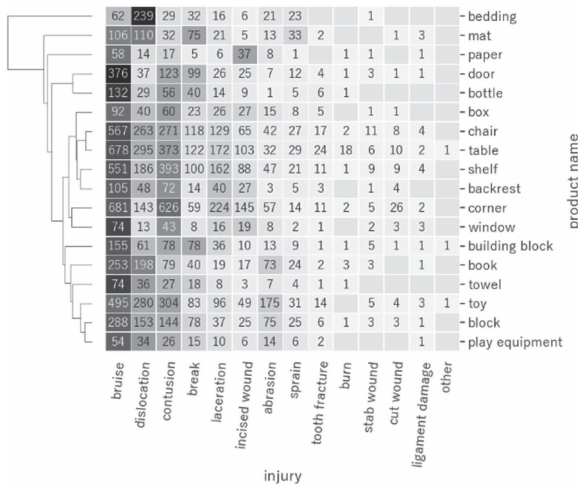


Fig. 3 Result of injury frequency clustering for accident trends by products

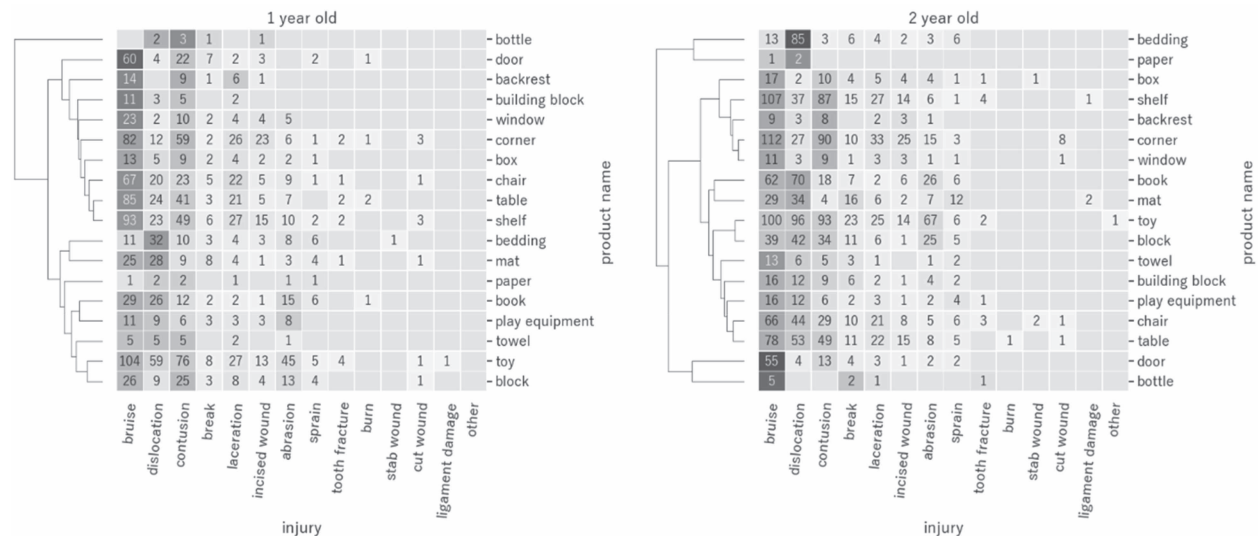


Fig. 4 Result of injury frequency clustering for accident trends by products (comparison of 1 year old and 2 year old children data)

**Table 1** Incident results extracted from the nursery school video

List of risk factors		Number of incident	Incident details
Risky behavior	Running in tight spaces	1	Tumbling 1
	Running and bumping into people	1	Crash 1
	Playing tag	4	Crash 1 Tumbling 3
Risky environment	Something slippery on the floor	1	Tumbling 1
total		7	

床やその他物体に衝突するまでの時間が極めて短く、転倒が始まってからでは予防が困難であることが指摘されており、人による実時間監視による見守りではなく、環境改善による見守り戦略の採用も重要となる [13]。例えば、今回用いた事故ビッグデータを用いて類似する重症事例を検索すると、鬼ごっこによる転倒では骨折事例や角への衝突などによる歯の欠損事例、また、床に置かれたものによる転倒では、床に置かれたこいのぼりによる転倒などが検索された。環境改善のためのツールとしてはこうした現場での重傷事故に至っていないインシデントであっても重傷事故につながることを現場の保育士が認識できるように支援するツールや、仮に転倒が起こった場合に、歯の欠損などの大きな応力集中に起因する傷害を起こす箇所を判断できる環境診断ツールなどが考えられる。

### 5. 結 論

本研究では、事故ビッグデータを用いたマクロ分析と実際の保育動画を用いたミクロ分析を統合する、個別保育環境適合理型の見守りのための事故状況分析システムに基づく分析を行ったことで、疫学的に重大事故（死亡や障害）に繋がっているものの、当該保育所ではたまたま重大事故に繋がらなかったインシデントを拾い上げることができ、保育所の実環境に沿った具体的な支援の提供を行う枠組みの構築ができた。

本研究で述べた事故ビッグデータを用いたマクロ分析と実際の保育場面の動画を用了アプローチの検証は一つの保育所の

みで行っており、今回対象とした施設での検証にとどまる。提案システムの他施設への適用可能性を示すには、保育所数を増やした検証が必要である。特に、保育場面の動画に関しては、その録画が前提となるが、近年、カメラを取り付けている保育所も増えているため、今後、適用数を増大させることで、提案手法の適用可能性の検討を進めたい。また、保育士へのフィードバック方法の検討や、動画分析の自動化などを進めたい。

謝 辞 本研究は科研費(20K21052)の助成、および、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(JPNP20006)の委託事業の支援を受けたものである。

### 参 考 文 献

- [1] World Health Organization: Child and adolescent injury prevention: a global call to action, pp.3-5, 2005.
- [2] 厚生労働省：令和2年(2020)人口動態統計月報年計(概数)の概況. pp.36-37, 2021.
- [3] 内閣府：教育・保育施設等における事故報告集計. p.5, 2021.
- [4] 尾崎, 内山, 西田：“状況介入デザインを可能とする分散表現に基づくバイズ状況リスク分析”, 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集(SI2020), E3-03, 2020.
- [5] 厚生労働省：平成28年度二次補正予算案保育対策関係予算の概要(参考資料), p.3, 2016.
- [6] 内閣府：教育・保育施設等における事故防止及び事故発生時の対応のためのガイドライン, pp.1-11, 2016.
- [7] 高森町保育所事故検証委員会：高森町立保育園において発生した死亡事故の検証等に関する報告書, pp.47-48, 2019.
- [8] 両角, 藤田：“保育所における感染症に関するガイドライン・マニュアルの活用の実態”, 小児保健研究, vol.80(第68回日本小児保健協会学術集会講演集), p.125, 2021.
- [9] A.C. Gielen, E.M. McDonald, T.L. Gary and L.R. Bone: Using the PRECEDE-PROCEED model to apply health behavior theories. in K. Glanz, B.K. Rimmer and K. Viswanath (eds.), Health behavior and health education: theory, research and practice —4th ed. pp.408-433, Jossey-Bass, 2008.
- [10] 田島, 内山, 西田, 山中：“動画を利用した保育園児の見守り状況の定量的時空間分析”, 小児保健研究, vol.80(第68回日本小児保健協会学術集会講演集), p.200, 2021.
- [11] 日本スポーツ振興センター：学校の管理下の災害. pp.125-127, 2020.
- [12] R. Tibshirani, G. Walther and T. Hastie: “Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic,” Journal of the Royal Statistical Society Series B, vol.63, part 2, pp.411-423, 2001.
- [13] 山中, 北村, 大野, ほか：“傷害予防に取り組む-変えられるものを見つけ、変えられるものを変える-”, 日本小児科学会雑誌, vol.120, no.3, pp.565-579, 2016.