

令和 2 年 6 月 6 日現在

機関番号：33910

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16627

研究課題名(和文) センシングツールを用いた幼児教育環境および保育環境のリスクの特定と評価方法の開発

研究課題名(英文) The identification of the risk of kindergarten environment and the nursery school environment using the business microscope and beacon and development of the evaluation method

研究代表者

山本 彩未 (YAMAMOTO, Saimi)

中部大学・現代教育学部・講師

研究者番号：60434932

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、コミュニケーションや行動変容の計測が可能なビジネス顕微鏡とビーコンを用いて、幼児の個や集団の特性を可視化・定量化し、幼稚園や保育園におけるリスクマネジメントの評価方法を検討することを目的とした。その結果、幼児の行動を規制することなく、個や集団の実態について客観的かつリアルタイムに情報を得ることができ、集団の幼児の行動特徴を継続的に把握することができた。幼稚園や保育園におけるリスクマネジメントに貢献できる新たな方法と考える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日々の保育園・教育の中で、保育者は幼児一人ひとりの交友関係を把握し、個々の発達に応じた適切な指導が望まれるが、多人数に対して正確に把握することは容易ではない。しかしながら、本研究ではビジネス顕微鏡とビーコンを導入することで、幼児の行動を規制することなく、個や集団の実態を客観的かつリアルタイムに情報を得ることができ、集団の幼児の行動特徴を継続的に把握することができた。このことから、園児の行動特徴から固定遊具の配置デザインや園舎構成の安全配慮対策を考慮することができ、幼児の怪我の減少に貢献できるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to the identification of the risk of kindergarten environment and the nursery school environment using the business microscope and beacon capable of visualizing and quantifying communication and group changes.

As a result, it was possible to obtain objective and real-time information about the actual conditions of individuals and groups without regulating the behavior of infants. And we were able to continuously understand the behavioral characteristics of group infants. Therefore, it is considered as a new method that can contribute to risk management in kindergartens and nursery schools.

研究分野：子ども学

キーワード：幼児 ビジネス顕微鏡 コミュニケーション リスクマネジメント

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

幼児期は、身体諸機能の発達が著しく、自らがすすんで活発に体を動かすが、身体能力や危険予測能力が未熟であり、幼児特有の体型的特徴（頭部が重い）であるため、事故に遭遇しやすいと考えられる。独立行政法人日本スポーツ振興センター発刊の「学校の管理下の災害〔平成26年版〕」<sup>1)</sup>によると、幼稚園では全国で22,605人、保育所で41,175人が骨折、捻挫、脱臼、挫傷・打撲などの負傷を負っていることが報告されており、保育所、幼稚園における事故防止策については急務といえる。

幼児の施設内におけるけがに関する研究は、傷害や事故の発生件数、発生部位、発生時間を分析したものが多く、先の報告<sup>1)</sup>においても性別、場合・場所別、体育用具・遊具別、部位別、時間帯別に示されている。しかし、幼児が園舎、園庭、固定遊具で遊びを展開する中で、“どのように行動し集団形成と変容が繰り返され、その行動変容と集団形成の変化が傷害の発生に関連しているか”“変容する集団に特徴はあるのか”という視点で幼児の行動変容や集団形成の変化を可視化・定量化し、傷害発生のメカニズムを解明した報告はない。そこで本研究は、対面コミュニケーションや人の位置、動きなどの活動を定量的に計測可能なビジネス顕微鏡（以下、BMS）に着目し、位置情報を送出するビーコンとの組み合わせから、園内生活における幼児の個や集団の行動軌跡や体力・運動能力の側面から検討し、遊具事故の軽減に貢献することを試みた。

### 2. 研究の目的

本研究は、園内生活時の幼児に BMS を装着し、幼児の個や集団の特性（コミュニケーションや行動軌跡）を計測・可視化・定量化し、体力・運動能力の側面からも検討することで、幼稚園や保育園におけるリスクマネジメントの評価方法を開発することを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) 対象：愛知県の公立および私立幼稚園の園児 3 歳から 5 歳を対象とした。

(2) 測定方法：園児に登園から降園までの間、加工した幼児用ビブスを着用してもらい、BMS が胸部に位置するように装着した（図 1、図 2）。園生活のうち、外遊びの時間を分析対象時間とした。なお、安全に配慮し、運動制限がかからないよう配慮する必要があるため、本研究では幼児用ビブスを加工して用いた。また、園児の位置情報や行動軌跡を測定するため、園庭の固定遊具等にビーコン（図 3）を設置した。ビーコンの設置する高さは、BMS の赤外線を受信可能な範囲を考慮し、おおよそ幼児の胸の高さとした。



図 1 ビジネス顕微鏡（BMS）



図 2 ビブスを着用した状態での園生活の様子



図 3 ビーコン設置

(3) BMS の概要: BMS は、オフィスなどの集団におけるコミュニケーションの質を明らかにするために開発され、複数のセンサから得られる情報を総合的に解析する名札型の総合人間行動計測システム（H60.7×W80.6×D11.5mm、重量約 33g）である。センサ内の主要な構成要素は赤外線センサや加速度センサで、対面情報（前方 300cm、側方 60cm の範囲において装着者同士が約 2～3m の範囲内で対面するとお互いの赤外線センサが反応し、他のセンサの ID を取得できる。）、場所情報（赤外線感知センサである固定ビーコンの使用により ID を取得できる）、運動情報（加速度センサにより装着者の身体運

動情報を取得できる）などを測定・記録できる。記録

されたデータは、測定終了後にクレイドルを介して一度 PC 内のデータベースに集積され、PC にインストールされたプログラムによって分析処理される。また、対面コミュニケーションの質の評価については赤外線センサで取得した対面データと加速度センサから計算される身体のリ

リズム周波数を総合的に判断し、「自らが発言している」、「相手の会話を聞いている」、「対面しているだけ」など自動判断される。なお BMS は小型かつ軽量で人体に影響のない機器であるが、幼児が使用しても問題ないことを確認した上で装着させた。

(4) ビーコンの概要：赤外線により位置情報を BMS に記録させる装置である。

(5) 解析：データの信頼性・適切性を担保するため、日立製作所のソフトエンジニアの協力を仰いだ。統計的有意水準は 5% とした。

(6) 解析項目

① 対面ネットワーク：赤外線データを用いて計算され、誰が誰といつ対面したかを特定し、可視化したものである。

② 身体のリズム周波数：身体振動周波数（以下、身体リズム）は加速度のゼロクロス値から人の動きの識別がある程度可能であり、2.0Hz 以上の身体の振動が活発な発話および活動状態の指標となる。成人の生活行動周波数を明らかにした研究<sup>2) 3)</sup>によると、「睡眠」は 0Hz、「歩行」は 2.0~2.2Hz、「早歩き」は 2.0~2.3Hz、「走っている」は 2.6~2.8Hz、発話は 1.0~2.0Hz、歩行や身振り手振りのある会話などは 2.0~3.0Hz の周波数として判定されている。

③ コミュニケーションの可視化：コミュニケーションの状況はネットワーク図として自動で描きだされ、測定対象相互のコミュニケーションが盛んな場合はノード間を繋ぐ線が多くみられ、星形またはそれに近い形が描きだされる（図 4）。一方、限られた者でしかコミュニケーションがとられていない場合はノード間を繋ぐ線は少なく、星形が描かれることはない（図 4）。

④ 対面人数、会話、話しかけ：赤外線センサで取得したデータと加速度センサから計算されるリズム周波数を併せて総合的に判断される。本研究では外遊び時間の対面人数を積算したものを対面人数とし、5 分毎の会話数、話しかけた回数を同時に示した。なお、同じ幼児と何度も対面している可能性も含まれる。

(7) 倫理的配慮：研究の実施にあたって所属大学の倫理審査委員会で研究実施の承認を得た。また測定実施園に文章にて BMS の安全性について説明し、研究同意を得た。

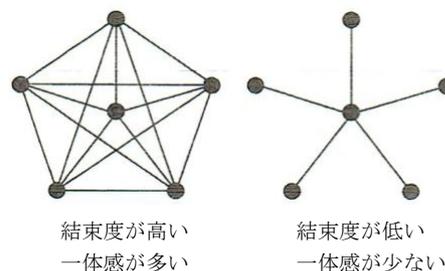


図 4 コミュニケーションの可視化

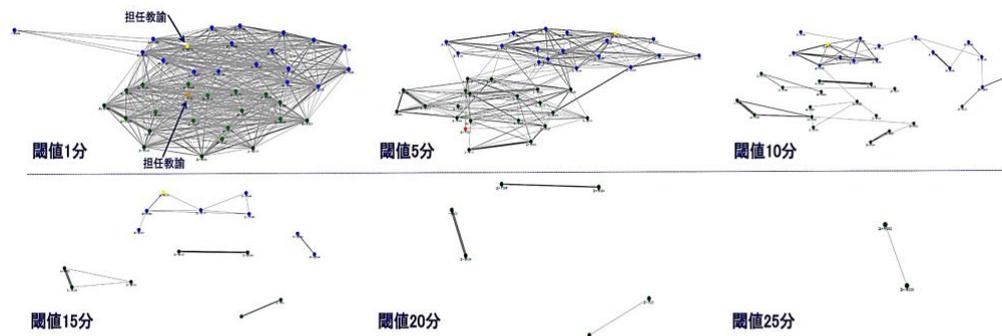
#### 4. 研究成果

##### (1) 外遊び時間中の幼児の行動や集団形成の変化

BMS を用いて外遊び時間中のコミュニケーションの実態を可視化し、対面人数の多い幼児と少ない幼児をとりあげ、それぞれの特徴について検討することを目的とした。

愛知県某市内公立幼稚園の年中児 2 クラス 39 名（男児 20 名、女児 19 名）および担任教諭 2 名を対象とし、登園後に実施される外遊び時間のうち 11:04~11:35 の自由遊び時間を測定対象時間とした。

外遊び時間でのコミュニケーションの結果を図 5 に示す。「閾値 0 分」とは、線で結ばれたノード間で合計 0 分以上の会話があった幼児同士（または幼児と担当教諭）が線で結ばれていることを示す。閾値 1 分では、担任教諭を含めたほとんど全員が線で繋がっており、クラスごとの繋がりがより密に繋がっている。このことから、約 30 分間の外遊びにおいて、4 歳児ほぼ全員がクラス関係なく、1 分程度のコミュニケーションをとっていたと考えられる。閾値 5 分では、クラス毎の繋がりがや個人の繋がりの様子が閾値 1 分よりも明確に示された。さらに閾値をあげると、閾値 10 分では 35 名、閾値 15 分では 14 名、閾値 20 分では 6 名、閾値 25 分では 2 名となり、繋がりのある幼児の数が減っていくとともに複数名の繋がりがなくなっていた。以上のことから、外遊び時間において、10 分以上のコミュニケーションをとる幼児は減り、コミュニケーションをとる相手が限定されていくことがわかった。対面人数の多い幼児と少ない幼児の身体リズムの値から（表 1）、活動強度にコミュニケーション人数は影響を及ぼさない可能性が示唆された。



「閾値 0 分」とは、線で結ばれたノード間（幼児同士または幼児と担当教諭）で合計 0 分以上の会話があったを示す。図中の○は対面人数が最も多かった幼児、△は対面人数が最も少なかった幼児を示す。

図 5 閾値によるコミュニケーションの実態の可視

表 1 対面人数の違いによる身体リズム

	対面人数	Hz
全園児 (n=39)	3.6±3.1	3.28±0.7
対面人数 多 (○)	4.8±2.8	3.43±0.3
対面人数 少 (△)	2.4±1.8	3.30±0.7

(2) 外遊び中のコミュニケーション状況と体力・運動能力との関連

①外遊び時間の幼児のコミュニケーションの実態を可視化し、体力・運動能力の上位群と下位群の比較からコミュニケーションの特徴について検討することを目的とした。

愛知県内の公立幼稚園の 4 歳児 39 名を研究対象とし、朝の外遊び時間のうち自由遊び時間 (11:04~11:35) を分析対象時間とした。

幼稚園で実施している体力・運動能力測定項目 (20m 走、立ち幅跳び、反復横跳び、ケンケン跳び、懸垂、片足立ち、飛び越しくぐり) の結果を T スコア化し、上位から 6 名 (上位群: 56.5±4.1) と下位から 6 名 (下位群: 43.6±4.2) にわけ、比較した。

対面人数は、上位群 3.4±2.9 回、下位群 3.9±3.0 回であり、両群に有意な差はなかった (図 6)。身体リズムについても上位群 3.3±0.5Hz、下位群 3.4±0.9 Hz と両群に有意な差はなかったが (図 6)、両群ともに活発に活動していたことが示された。また園庭の固定遊具の使用回数は、上位群 2.7±1.8 回、下位群 2.1±1.2 回であり、回数に有意な差はなかったが、下位群の方が接触する固定遊具の種類は多かったことが示された (表 2)。以上の結果から、活動強度は同じであっても、体力・運動能力の違いによって活動の内容が異なることが考えられる。

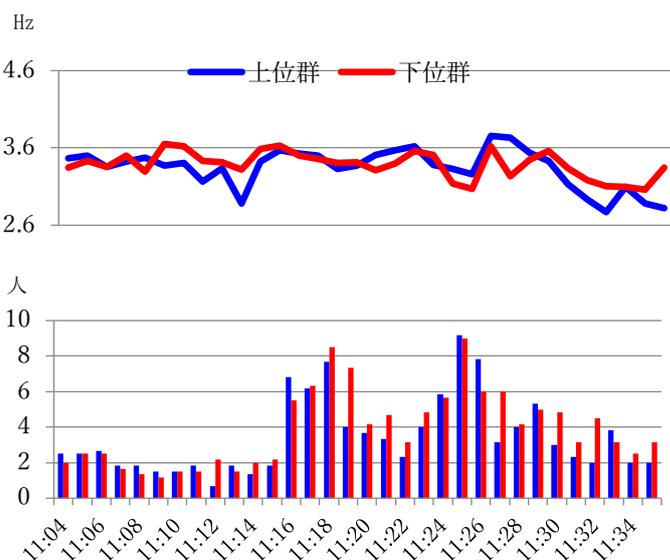


表 2 各群の使用固定遊具

上位群	下位群
ログ・クライムハウス3箇所	ログ・クライムハウス2箇所
木製ハウス遊具2箇所	木製ハウス遊具2箇所
総合滑り台遊具2箇所	総合滑り台遊具4箇所
土管3箇所	土管3箇所
半円型雲梯2箇所	半円型雲梯2箇所
汽車	汽車
大砂場	パネ式飛行機
	平行棒
	のぼり棒
	支柱
	てっぽう (低) (中) (高)

図 6 各群における外遊び時間中の身体リズムと対面人数の変化

②外遊び時間における幼児の集団形成および身体リズムを可視化・数値化し、活動量や活動内容について目視観察、活動量計、BMS から複合的に評価検討することを目的とした。

愛知県内の私立幼稚園の 3 歳児 24 名を研究対象とし、9:00 から 10:00 までの屋外における自由運動遊び時間を分析対象時間とした。なお、24 名のうち無作為に 5 名 (男児 3 名、女児 2 名) を対象に活動観察および身体活動量の測定を実施した。身体活動量は 3 軸加速度つき活動量計 (オムロン社製、Active style Plo HJA-350IT) によって測定した。

自由運動遊び時間の身体リズムは、大半の時間において、男児の方が活発に活動しているが (図 7)、対面人数の総和は男児で 261±24 回、女児で 316 回±28 回であり、女児の方が有意に多い結果であった (p<0.05) (図 7)。男児は動きを伴う活動が中心で、女児は砂遊びや会話中心で遊ぶ傾向が伺えた。活動内容別に活動強度を検討した結果、1~3 名の人数で遊びを展開する傾向がみられ、その平均身体リズムは 3.59±0.61Hz であった。大型固定遊具 (木製アスレチック)、砂場遊び、三輪車遊び、スキップなどの活動内容が観察され、それぞれの活動時の身体リズムは、3.65±0.13Hz、3.06±0.4Hz、4.25±0.72Hz、3.55±0.09Hz であった。活動量計の測定数値と観察内容を照合すると、これらの活動は「歩行・生活活動」として検出された (表 3)。

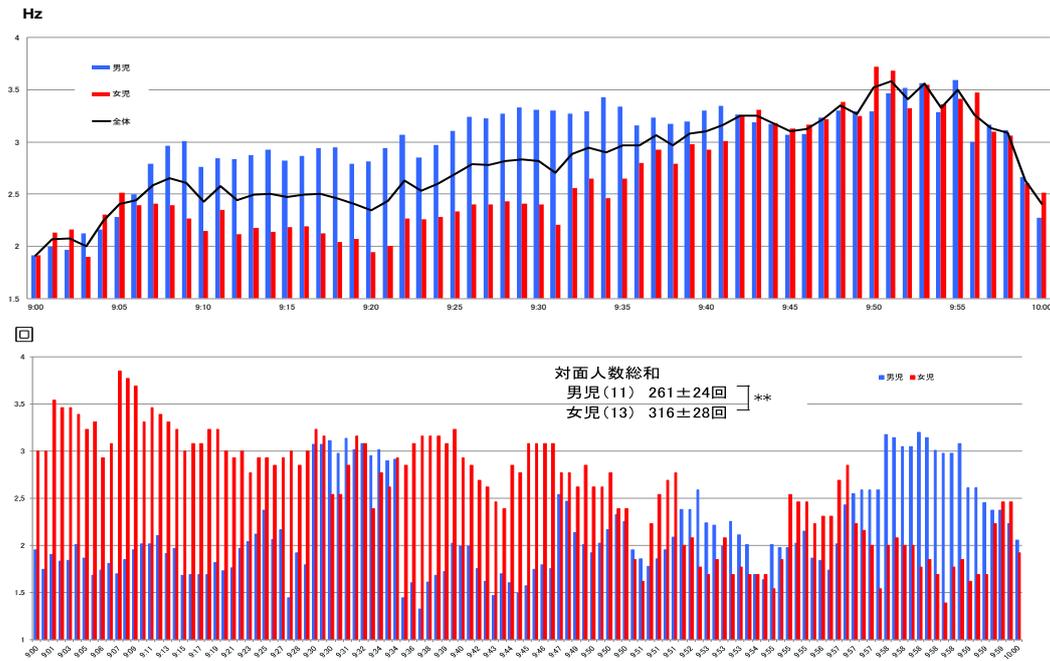


図7 外遊び時間中の身体リズム（上）と対面人数（下）の変化

表3 活動内容別にみた活動強度

活動内容	Hz	METs (数値)	METs (内容)
三輪車あそび	4.25 ± 0.72	3.4 ± 0.7	歩行・生活活動
木製アスレティックで遊ぶ	3.65 ± 0.13	4.0 ± 0.8	生活活動
スキップ	3.55 ± 0.90	5.8 ± 1.3	歩行
砂場で遊ぶ	3.06 ± 0.40	2.5 ± 0.8	生活活動

(3) 総括：BMS やビーコンを使用により、幼児の行動を規制することなく、個や集団の実態について客観的かつリアルタイムに情報を得ることができ、集団の幼児の行動特徴を継続的に把握することができた。BMS やビーコンの導入は、幼稚園や保育園におけるリスクマネジメントの一端を担う新たな方法と考える。

〈引用文献〉

- 1) 学校の管理下の災害 [平成 26 年度版]，日本スポーツ振興センター，156.
- 2) 矢野和男，栗山裕之 (2007) 「人間×センサ」センサ情報を変える人・組織・社会. 日立評論，89 (7)：62-67.
- 3) 渡邊純一郎，藤田真理奈，矢野和男，金坂秀雄，長谷川智之 (2013) コールセンタにおける職場の活発度が生産性に与える影響の定量評価. 情報処理学会，54 (4)：1470-1479.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 花井忠征, 山本彩未	4. 巻 12
2. 論文標題 ウェアラブルセンサを用いた教育・保育施設における固定遊具のリスクマネジメント 4歳児の遊具使用状況及び担任教師の順氏行動の分析を通して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 中部大学現代教育学研究紀要	6. 最初と最後の頁 9-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山本彩未, 花井忠征	4. 巻 38
2. 論文標題 ビジネス顕微鏡を用いた幼児の人間関係の可視化の試行: 幼稚園年長5歳児クラスを対象とした場合	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 スポーツ健康科学研究	6. 最初と最後の頁 25-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山本彩未, 花井忠征	4. 巻 9
2. 論文標題 運動遊び時間における4、5歳児の集団形成の変化について	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 中部大学現代教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 47-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山本彩未, 花井忠征
2. 発表標題 幼児の外遊び時のコミュニケーション状況と体力・運動能力との関連について - ウェアラブルセンサによる解析を通して -
3. 学会等名 日本幼児体育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本彩未、花井忠征
2. 発表標題 ウェアラブルセンサを用いた幼稚園における外遊び時の幼児間コミュニケーションの検討
3. 学会等名 日本教育医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 花井忠征、山本彩未
2. 発表標題 幼稚園・保育所における固定遊具のリスク管理 - ウェアラブルセンサ測定による遊具に潜むリスクの把握 -
3. 学会等名 日本教育医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 花井忠征、山本彩未
2. 発表標題 年少児の自由遊び時間帯における固定遊具のリスク管理の検討 - ウェアラブルセンサ測定によるリスク要因の把握 -
3. 学会等名 日本幼児体育学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本彩未、花井忠征
2. 発表標題 自由運動遊び時間帯における幼児の活動の可視化 -活発度と遊具使用状況に着目して-
3. 学会等名 日本教育医学学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山本彩未, 花井忠征
2. 発表標題 自由運動遊び中における幼児の活動を評価する試み, ウェアラブルセンサ「ビジネス顕微鏡」を用いて
3. 学会等名 日本幼児体育学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 花井忠征, 山本彩未
2. 発表標題 ウェアラブルセンサを用いた幼稚園における固定遊具のリスクマネジメント - 4歳児の遊具使用状況及び担任教師の巡視行動の分析を通して -
3. 学会等名 日本教育医学学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 花井忠征, 山本彩未
2. 発表標題 幼児の固定遊具等使用におけるリスクマネジメントの検討 - ウェアラブルセンサによる行動情報の解析を通して -
3. 学会等名 日本幼児体育学会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----