

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01779

研究課題名(和文) 幼児の行動・集団の可視化・定量化による教育施設環境のリスクの特定・評価方法の開発

研究課題名(英文) Development of identification and evaluation method of risk of educational facility environment by visualization and quantification of infant behavior and group change

研究代表者

花井 忠征 (HANAI, Tadayuki)

中部大学・現代教育学部・教授

研究者番号：70164879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、幼児の行動や集団変容、及び運動の質を可視化・定量化できるビジネス顕微鏡を用いて、固定遊具のリスクを点検・評価することを目的とした。

ビジネス顕微鏡とビーコンを使用することにより、幼児の集団変容や行動軌跡を可視化することができ、身体リズムを定量化することができた。研究の結果は、幼児の個人や集団の行動軌跡や身体リズムから固定遊具に潜むリスクを推定することを可能とした。幼児が固定遊具を使用する際の安全教育の指導に貢献できる一研究手法となった。

研究成果の概要(英文)： This study aimed to check and evaluate the risk of fixed playthings using a business microscope capable of visualizing and quantifying infant behavior, group change, and exercise quality.

By using the business microscope and beacon, it was possible to visualize group transformation and behavior trajectory of infants and quantify the body rhythm. The results of the research made it possible to estimate the risk of lurking in fixed playthings from behavior trajectories and physical rhythms of infants' individuals and groups. It became a research method that can contribute to the guidance of safety education when infants use fixed playground equipment.

研究分野：子ども学

キーワード：幼児 ビジネス顕微鏡 固定遊具 教育環境 リスクマネジメント

## 1. 研究開始当初の背景

厚生労働統計協会発刊の「国民衛生の動向 2013/2014」<sup>1)</sup>に示された学校管理下の災害において、幼稚園では全国で 20,372 人、保育所では 35,407 人が挫傷、打撲、骨折、捻挫、挫創、脱臼などの負傷を負っている。中でも高額医療保証対象となる骨折や重症傷害は、年々増加する傾向があり、教育現場からもその防止策が急務であることが求められている。日本スポーツ振興センター<sup>2)</sup>は、2011 年度に幼稚園・保育所で発生した固定遊具での事故件数は、発生件数の多い順にすべり台 (2198 件)、雲梯 (1012 件)、鉄棒 (937 件)、ジャングルジム (774 件)、ぶらんこ (701 件)、登り棒 (298 件)、固定タイヤ (125 件)、シーソー (54 件) であり、事故原因は、落下が最も高く、他児と衝突等、遊具等と衝突と続いていると報告している。このように、幼稚園、保育所とも保育中にも関わらず固定遊具での負傷事故が多発している。事故要因は、幼児の身体能力や危険予測能力の不足で事故が発生する「主体要因」、他児との関係の中で事故が発生する「人的環境要因」、施設・設備の材料や構造が事故発生に関係する「施設・設備要因」がある。幼稚園、保育所では、身体能力不足や頭部が重い体形的特徴による「主体要因」による事故発生が約半数を占め、次いで「人的環境要因」、「施設・設備要因」であると報告されている<sup>2)</sup>。

幼児の負傷に関する研究・調査は、古くから行われているが、それらの研究の多くは傷害、事故の発生件数、種類、部位、時間帯の分析を行ったものである。しかし、小児がどのように行動し、またどのような集団形成と変容、再編成を繰り返して園舎や園庭、固定遊具で遊びを展開する中で傷害が発生しているかの視点から研究が行われたものは少ない。ましてや、幼児の行動変容や集団形成の変化を可視化・定量化して、その結果から傷害発生のメカニズムを解明した研究報告はない。

そこで、本研究は、日立製作所がオフィスなどにおける対面コミュニケーションの質を明らかにしすることを目的に開発されたビジネス顕微鏡 (以下、BMS とする) と位置情報送出ビーコンに着目し、その組み合わせで幼児の個・集団での固定遊具の使用実態や遊具間行動軌跡などを測定することで、園内生活における遊具事故の軽減と安全教育に貢献することを試みた。

## 2. 研究の目的

本研究は、BMS を幼児に装着し、個や集団での園庭行動や固定遊具間の行動軌跡を測定し、可視化・定量化することで、園庭の固定遊具に潜むリスクを点検し、安全教育の新しい推定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・静岡県内の公立・私立幼稚園児 3 歳から 5 歳を対象とした。

(2) 測定方法：園児に登園時から一斉保育開始直前及び降園時までの間、運動 (遊び) を制限しないように幼児用ビブスを加工し、BMS を胸の位置に装着した (図 1)。同様に担任教師にも装着した。また、園庭の固定遊具や築山、砂場などの昇降口や入口にビーコンを設置して、園児や教師の位置情報を測定した (図 2)。ビーコンの設置高は、BMS がビーコンの赤外線を受信可能な範囲を考慮して、概ね幼児の胸の高さとした。

### (3) BMS の概要:

BMS は、オフィスにおける対面コミュニケーションの質を明らかにする目的で開発された名刺型 (H60.7 × W86 × D11.5 mm、約 33 g) の総合人間行動計測システムである。BMS は、赤外線送受信システ



図 1 ビジネス顕微鏡



図 2 ビーコン設置

ムや加速度センサなどが搭載され、対面情報、身体リズム情報、位置情報の質と量を測定し、記録することができるセンサである。記録された情報は、BMS のデータを転送する拡張機器（マルチクレイドル）を介して基地局パーソナルコンピュータに集積される。

(4) ビーコンの概要：赤外線を送信して位置情報をBMSに記録させる装置である(図2)。

(5) 幼児の活発性の調査：園児の性格や行動の特徴について担任教諭の評価をもとに活発群、不活発群の2群に分けて分析した。

(6) 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。

(7) 倫理的配慮：本研究の実施に当たり、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は侵襲性がないことを説明し、研究同意を得た。

以下に主な研究の成果を報告する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 検討課題：「幼児の固定遊具使用状況及び担任教師の巡視行動の分析によるリスクマネジメント」

幼児の園内生活における固定遊具の使用状況を測定することで、固定遊具等の経時的な使用実態と使用の特徴を把握するとともに、担任教師の固定遊具巡視行動の把握もすることで、固定遊具のリスクマネジメントの基礎研究にすることを目的とした。

研究対象は、静岡県内私立幼稚園の4歳児25名である。

##### 固定遊具等の使用状況

園児25名の終日の園内生活における固定遊具等の使用状況は、表1に示した。全園児が使用した固定遊具は、ハウス型滑り台と大型総合遊具登り口であった。砂場と雲梯は92.0%の園児が、小型アスレチック遊具・平均台・ピオトープは88.0%の園児が、道具小屋は76.0%の園児が使用している状況が確認できた。終日全く使用しない、あるいはほ

とんど使用しない遊具も確認することができた。男女児では、遊具等で使用状況に大差はみられなかったが、築山は男児が40.0%であるのに対し女児は皆無であった。

表1 固定遊具等使用率 (%)

	全児	男児	女児
ハウス型滑り台	100.0	100.0	100.0
大型総合遊具登り口	100.0	100.0	100.0
砂場	92.0	80.0	100.0
雲梯	92.0	90.0	93.3
小型アスレチック遊具	88.0	100.0	80.0
平均台	88.0	100.0	80.0
ピオトープ	88.0	90.0	86.7
道具小屋	76.0	90.0	66.7
築山(土管トンネル)	16.0	40.0	0.0
鉄棒	12.0	20.0	6.7
大型総合遊具登り口	12.0	10.0	13.3
ミニハウス	0.0	0.0	0.0
ぞうの滑り台	0.0	0.0	0.0
大型総合遊具登り口	0.0	0.0	0.0
大型総合遊具登り口	0.0	0.0	0.0

##### 固定遊具等の使用頻度の状況

1日の園内生活において園児一人当たりが各遊具を使用する頻度を表2に示した。全園児をみるとハウス型滑り台が $8.1 \pm 4.6$ 回と最も多く、次いで砂場( $6.7 \pm 5.0$ 回)、大型総合遊具登り口( $6.4 \pm 3.5$ 回)の順であった。男女児で使用頻度の異なる遊具等は砂場であり、女児の使用頻度の方が有意に高いことが認められた( $p < 0.05$ )。一方、大型総合遊具登り口、平均台、道具小屋は、男児の使用頻度の方が有意に高いことが認められた( $p < 0.05$ )。他の遊具等は、男女とも近似した使用頻度であることが把握できた。

表2 園内生活における園児一人当たりの固定遊具等使用頻度 (回)

	全児		男児		女児	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD
ハウス型滑り台	8.1	4.6	6.6	4.1	9.1	4.6
砂場	6.7	5.0	2.6	2.0	9.4	4.5 *
大型総合遊具登り口①	6.4	3.5	7.3	4.0	5.9	3.0 *
小型アスレチック遊具	4.8	3.7	5.8	2.9	4.2	4.0
平均台	4.8	3.8	6.9	3.4	3.3	3.3 *
ピオトープ	3.9	3.8	3.3	2.3	4.3	4.5
雲梯	3.6	2.4	2.9	2.2	4.1	2.5
道具小屋	2.4	2.9	3.9	3.8	1.4	1.4 *
築山(土管トンネル)	0.6	2.3	1.5	3.5	0.0	0.0
鉄棒	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.2
大型総合遊具登り口③	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3
ミニハウス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ぞうの滑り台	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大型総合遊具登り口②	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大型総合遊具登り口④	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
全遊具	41.6	14.6	41.1	11.3	42.0	16.5

\*  $p < 0.05$

##### 休み時間帯別の固定遊具等の使用状況

測定日における自由外遊び総時間は、4時間49分間であった。休み時間を区分すると、期(登園後自由遊び時間帯, 1時間44分)、期(全体保育の各休み時間帯, 1時間16分)

期（昼食後の休み時間帯，1 時間 06 分）期（降園時間帯，43 分）の 4 期であった。休み時間帯別の固定遊具等使用状況は、第一期の昼食後の休み時間帯が最も多く、園児一人当たり 17.2±7.7 回の使用頻度であった（表 3）。次に高い頻度を示したのは、第二期（12.9±5.1 回）であった。各休み時間帯における遊具使用頻度の男女児の差は、認められなかった。休み時間帯別にみる園児一人当たりの固定遊具等使用種類数は、第一期に 5.1±1.5 基、第二期に 4.7±1.4 基、第三期に 3.5±2.4 基の順であった（表 4）。各休み時間帯における男女児の使用遊具種類数の差は認められなかった。

表 3 休み時間帯別の固定遊具等使用頻度 (回)

時間帯	時間数	全体	男児	女児	
I 期	1時間44分	8.2 ± 8.0	9.4 ± 6.1	7.3 ± 9.0	ns
II 期	1時間16分	12.9 ± 5.1	12.1 ± 4.9	13.4 ± 5.1	ns
III 期	1時間06分	17.2 ± 7.7	16.4 ± 6.4	17.7 ± 8.3	ns
IV 期	43分	2.4 ± 1.9	1.8 ± 1.7	2.9 ± 1.9	ns

n.s.:not significant

表 4 休み時間帯別の固定遊具等使用種類数 (基)

時間帯	時間数	全体	男児	女児	
I 期	1時間44分	3.5 ± 2.4	4.3 ± 1.6	3.0 ± 2.7	ns
II 期	1時間16分	4.7 ± 1.4	4.7 ± 1.7	4.7 ± 1.2	ns
III 期	1時間06分	5.1 ± 1.5	5.4 ± 1.3	4.9 ± 1.7	ns
IV 期	43分	1.6 ± 0.9	1.3 ± 0.9	1.8 ± 0.9	ns

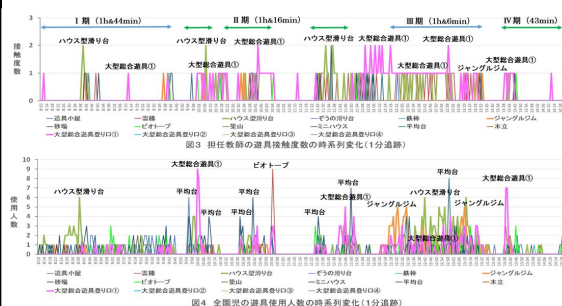
n.s.:not significant

#### 教師の遊具間巡視行動の実態把握

クラス担任教師の終日にわたる固定遊具等巡視行動（固定遊具等接触度数）を 1 分ごとに追跡した状況を図 3 に示した。同様に全園児の各遊具等の 1 分間当たりの使用人数の経時変化を図 4 に示した。担任教師の遊具間巡視行動の実態は、接触遊具 8 基種、総接触回数 285 回であった。最大接触遊具は、大型総合遊具登り口 であり 118 回であった。次いで雲梯（64 回）、ハウス型滑り台（57 回）、砂場（18 回）、ジャングルジム（10 回）であった。園児の使用率（表 1）の高い固定遊具等は、概ね巡視をしていることが確認できた。ただし、使用率の高い小型アスレチック（5 位）の巡視（接触回数）は 0 回であった。男児の使用率 40% を示す築山も接触回数が 0 回であった。全園児の各遊具等の使用人数の変化をみると、第一期（登園から全体保育前の自由時間帯）は、小人数での遊具使用が観察できた。第二期（昼食後の休み時間帯）は、

多くの遊具を使用する様子が観察でき、特にジャングルジム、ハウス型滑り台、平均台は大きな集団で使用の様子が観察できた。

担任教師の巡視行動（図 3）と全園児の遊具使用人数の変化（図 4）を比較すると、第一期では教師の巡視が行われていないことが観察できた。大型総合遊具登り口 は、園児の使用率が高く危険が予測されるため、全時間帯にわたって巡視が行われていることが確認できた。第二期に多くの園児が集団使用をしているハウス型滑り台は、数分おきに定期的に巡視が行われているが、ジャングルジムは巡視が行われていなかった。



#### 活発群・不活発群の遊具使用の実態

担任教師の評価による園児の活発性は、男児は活発群 4 名、不活発群 6 名、女児は 5 名と 10 名に分類された。活発群・不活発群の園内生活における一人当たりの固定遊具等の使用頻度は、園児全体をみると活発群が 50.1±12.8 回、不活発群が 36.7±14.1 回と有意に活発群の方が固定遊具の使用頻度が高いことが認められた (p<0.05) (表 5)。

表 5 活発群・不活発群の固定遊具等使用頻度 (回)

	全体	男児	女児
活発群	50.1 ± 12.8 *	40.5 ± 7.9	57.8 ± 10.8
不活発群	36.7 ± 14.1	41.5 ± 14.8	33.8 ± 13.6

\*p<0.05

#### (2) 検討課題 : 「年少児の自由遊び時間帯の行動軌跡の可視化と加速度リズム分析による固定遊具のリスク管理の検討」

幼児の行動軌跡を可視化し、また遊具使用の加速度リズム（運動の質）解析から固定遊具のリスク管理の基礎情報を得ることを目的とした。研究対象は、愛知県内私立幼稚園 3 歳児 41 名と 5 歳児 55 名である。



## 幼児の行動軌跡の可視化による集中固定遊具の把握

3時間47分の測定時間内での4歳児の遊具間行動軌跡を把握すると、幼児が興味を持って遊ぶ遊具、いわゆる集中する遊具を把握することができた(図5)。

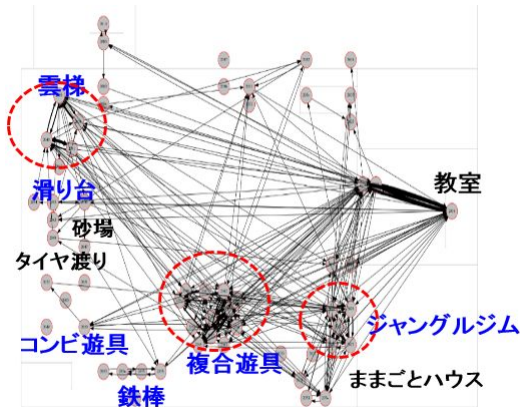


図5 3歳児の固定遊具間の行動軌跡の可視化

### 在園時間帯の加速度リズム変化

加速度リズムは運動の質・強度を表し、積極的な活動は2.0Hz以上とされている。年少児の1日の加速度リズムは2.0Hzを超える活発な行動を連続的に示し、外遊び時間帯には4.0Hz及び5.0Hzを超える高い運動の質(強度)を示すことが観察された(図6)。

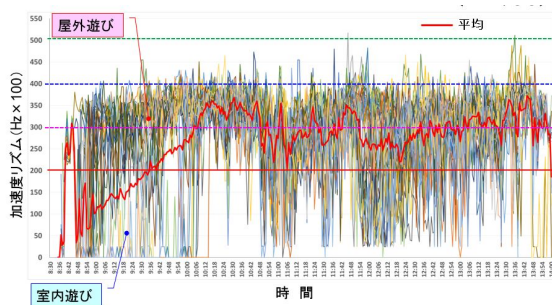


図6 年少児の在園時間帯加速度リズム変化

### 年少児と年長児の固定遊具使用時の加速度リズムの比較

固定遊具使用時の加速度リズムを分析すると年少児は集団の大きさと加速度リズムの相関は見られないが、年長児は集団が小さい方が加速度リズムは大きい傾向(活発に動く)にあり、複合遊具の吊り橋で-0.624の高い相関を示した(表6)。

年少児	固定遊具	加速度リズム/分 (Hz)	最大		最小		使用集団数と加速度リズムの相関
			加速度リズム/分 (Hz)	加速度リズム/分 (Hz)	加速度リズム/分 (Hz)	加速度リズム/分 (Hz)	
	滑り台(踊り場)	A 3.37 ± 0.29	3.95	2.84	-0.014		
	鉄棒(高・中)	B 3.47 ± 3.26	3.74	3.26	-0.134		
	鉄棒(低)	B 3.47 ± 0.31	4.31	2.92	-0.133		
	ジャングルジム	C 3.53 ± 0.24	3.95	2.81	0.114		
	うんてい	D 3.51 ± 0.16	3.86	3.20	0.106		
	複合遊具(全測定点10か所)	E 3.57 ± 0.25	4.21	2.45	0.064		
	複合型遊具(吊り橋部)	F 3.54 ± 0.28	4.21	2.45	0.075		
	チェーンネット・登り棒コンビ遊具	G 3.64 ± 0.34	4.50	3.02	0.047		

年長児	固定遊具	加速度リズム/分 (Hz)	最大		最小		使用集団数と加速度リズムの相関
			加速度リズム/分 (Hz)	加速度リズム/分 (Hz)	加速度リズム/分 (Hz)	加速度リズム/分 (Hz)	
	滑り台(踊り場)	A 3.35 ± 0.28	3.65	2.21	-0.322		
	鉄棒(高・中)	B 3.49 ± 0.25	3.93	2.85	-0.351		
	鉄棒(低)	B 3.41 ± 0.19	3.80	3.00	-0.202		
	ジャングルジム	C 3.47 ± 0.19	3.79	2.93	-0.180		
	うんてい	D 3.40 ± 0.22	3.89	3.01	-0.374		
	複合遊具(全測定点10か所)	E 3.42 ± 0.14	3.68	3.13	-0.345		
	複合型遊具(吊り橋部)	F 3.29 ± 0.41	3.73	2.12	-0.624		
	チェーンネット・登り棒コンビ遊具	G 3.46 ± 0.20	4.11	3.21	-0.035		

表6 年少児と年長児の加速度リズムの比較

(3) 総括：幼児の個や集団の遊具活用実態を幼児の行動を規制することなく、客観的で膨大な情報を得ることができたのは、ウェアラブルセンサ BMS と赤外線ビーコンを導入することで実現できたことである。幼稚園等における遊具等のリスクマネジメントは、定期的な保守点検、日々の遊具の観察、遊具使用教育などが一般的であり、大人の視点でのリスクマネジメントである場合が多いと感じる。実際に集団で園庭内を自由奔放に行動する幼児の行動観察を通して、行動特徴や密集する遊具の実態などを客観的に把握し、その情報を教職員間で共有することができれば、より具体的なリスクマネジメントが可能となる。個だけでなく集団での幼児の行動把握が持続的に可能である BMS 等のセンサの導入は、今後のリスクマネジメントの一役を担うものと考え新たな手法となる。

### 文献

- 1) 厚生労働統計協会(2013) 厚生 の 指 標 国 民 衛 生 の 動 向 2013/2014, 60(9), 370.
- 2) 日本スポーツ振興センター学校災害防止調査研究委員会(2012) 学校における固定遊具による事故防止対策 調査研究報告書, 8-27, 日本スポーツ振興センター学校安全部.

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

花井忠征, 山本彩未, 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

況及び担任教師の巡視行動の分析を通して  
- , 中部大学現代教育研究紀要, 査読有,  
Vol.12, 2018, (印刷中).

山本彩未, 花井忠征, 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, 中部大学現代教育学部紀要, 査読有, Vol.9, 2016, pp.47-52.

山本彩未, 花井忠征, 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 -, スポーツ健康科学研究, 査読有, 36巻, 2016, pp.25-34.

[学会発表](計 13 件)

花井忠征, 山本彩未, 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 -, 日本教育医学会大会, 2017.

山本彩未, 花井忠征, 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, 日本教育医学会大会, 2017.

花井忠征, 山本彩未, 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 -, 日本幼児体育学会大会, 2017.

山本彩未, 花井忠征, 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 -, 日本幼児体育学会大会, 2017.

花井忠征, 山本彩未, 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-, 日本教育医学会大会, 2016.

山本彩未, 花井忠征, 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-, 日本教育医学会大会, 2016.

花井忠征, 山本彩未, 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 -, 日本幼児体育学会第6大会, 2016.

山本彩未, 花井忠征, 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-, 日本幼児体育学会大会, 2016.

花井忠征, 山本彩未, 幼児の園内行動と集団形成の可視化, 日本保育学会, 2015.

山本彩未, 花井忠征, 幼稚園児の外遊びにおけるコミュニケーションの可視化, 日本保育学会, 2015.

花井忠征, 山本彩未, 就学前教育を対象とした研究事例 -幼稚園児の集団形成と行動の可視化-, 日本幼児体育学会大会, 2015.

山本彩未, 花井忠征, 幼児の自由運動遊びおよび集団運動指導時における集団形成と身体リズムの検討, 日本幼児体育学会大会, 2015.

山本彩未, 花井忠征, 幼児の自由運動遊び時間帯における集団生成と変容 第16回 日韓健康シンポジウム 兼 日本教育医学会大会, 2015.

[その他]

花井忠征, 山本彩未, 幼稚園児の集団形成および園内行動の可視化, 文部科学省国立教育政策研究所, センシングツールを活用した教育研究に関する研究会, 2015, 資料 37-60.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

花井 忠征 (HANAI, Tadayuki)

中部大学・現代教育学部・教授

研究者番号: 70164879

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

山本 彩未 (YAMAMOTO Saimi)

中部大学・教育実習センター・講師

研究者番号: 60434932