

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—

花井 忠征* 山本 彩未**

Risk Management of Fixed Playground Equipment for Kindergarten and Nursery School Using Wearable Sensor

HANAI Tadayuki YAMAMOTO Saimi

要 約

本研究は、ビジネス顕微鏡[®]と赤外線ビーコンを用いて、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、経時的な使用実態と特徴を把握するとともに、担任教師の固定遊具巡視行動も把握することで、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。結果は、以下である。

- 1) 園児の園内生活における固定遊具等の使用状況は、ハウス型滑り台や大型総合遊具等のダイナミックな遊具を好む傾向を示し、性差はみられなかった。
- 2) 休み時間帯別の固定遊具等使用状況は、昼食後の自由時間帯が最も多く、次に全体保育の各休み時間帯であった。各休み時間帯における遊具使用回数の性差は、認められなかった。
- 3) 担任教師の固定遊具等巡視行動は、園児の使用率の高い固定遊具を概ね巡視をしていることが確認できた。
- 4) 活発群・不活発群の固定遊具等の使用頻度は、活発群において使用頻度が有意に高いことが認められた。

I. はじめに

近年、学校管理下の災害共済給付負傷件数が幼稚園、保育所において増加している。中でも高額医療保障対象となる骨折や重症傷害は増加する傾向にあり、保育・教育現場からその対策が求められている。消費者庁¹⁾によれば、2009年9月から2015年12月末までに登録された「遊具による子どもの事故」は1518件にのぼり、内966件が6歳以下の幼児の事故であったとしている。その内、遊具の種類が特定できている事故は1369件であり、「滑り台」が440件、「ブランコ」が233件、「鉄棒」が141件、「ジャング

ルジム」が120件、「雲梯」が95件、「アスレチック遊具」が56件となっている。日本スポーツ振興センター²⁾は、2016年度に幼稚園で発生した固定遊具での負傷総件数は4554件であり、発生件数の多い順に滑り台(726件)、総合遊具・アスレチック(703件)、雲梯(461件)、鉄棒(437件)、ブランコ(286件)、砂場(276件)、滑り台(223件)であったと報告している。また、保育所の負傷総件数は6743件であり、滑り台(1022件)、総合遊具・アスレチック(764件)、砂場(707件)、鉄棒(700件)、雲梯(483件)、ジャングルジム(357件)、ブランコ(262件)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³⁾。事故要因は、幼児の身体

* 中部大学現代教育学部幼児教育学科

** 中部大学教育実習センター

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⁴⁾。

このような背景により、現在、幼稚園や保育所において園庭の固定遊具が「危険」を理由に撤去されたり、使用制限がされていたりする状況にある⁵⁾⁶⁾。保育・教育施設における遊具事故防止は、安全管理上不可欠である。園や教師・保育士・職員は、遊具の点検・整備等の安全管理はもとより、園児一人一人の遊具遊びの行動実態や特徴の詳細な情報を把握したうえで、教育と巡視活動の計画と強化を目指すリスクマネジメントを実現することが重要となっている。しかし、近年、幼稚園や保育所において固定遊具に関わる諸問題が進行しているにもかかわらず、固定遊具に関する研究は数少なく、リスクマネジメントを検討するには十分とはいえない状況にある⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

幼稚園や保育所における固定遊具の使用状況の調査は、観察記録法や撮影画像解析法、及びその併用の方法で行われている⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。しかし、これらの方法は、分析に主観が入る可能性があり、また集団の分析や長時間の分析は不向きである。より厳格なリスクマネジメントを考え、実施するためには、精度の高い客観的測定方法で、個々の園児について終日の園内生活を通してリアルタイムに固定遊具を使用する実態を把握することが求められる。

そこで本研究は、ウェアラブルセンサであるビジネス顕微鏡[®] (Business Microscope：以下BMS、日立製作所)と赤外線装置ビーコン(以下ビーコン、日立製作所)を用いて、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。

Ⅱ. 研究方法

1. 対象と時期

静岡県某市私立幼稚園年中児25名(男児10名、女児15名)と担任教師(女性1名)の協力を得て7月に測定を実施した。

2. 測定方法

園児に登園時(8:10頃)から降園時(14:20頃)



図1 ビジネス顕微鏡の装着



図2 固定遊具への赤外線ビーコンの設置

までの間、運動を制限しないようにビブスに工夫を加え、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り口16か所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、概ね園児の胸の高さとした。教師のBMSの位置は、園児よりも高いが、ビーコンの検知能力は左右360度、上下15度、距離2～3mであることから、BMSの位置情報検知に問題はないと判断した。

なお、ビーコンの設置は、園児が固定遊具等を使用する際に昇降口や入り口になると想定できる個所に設置したが、確実に遊具を使用した場合もあれば、接触してBMSが感知した場合もあることが否定できないために、本研究ではBMSの感知数を遊具使用数として分析した。

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×D11.5mm、約33g）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、内蔵メモリに記録することができるセンサノードである。対面検知能力は、左右120°、距離2～3m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. 赤外線ビーコンの概要

赤外線を発信して位置情報を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4段階に分類した。分析は、活発群、不活発群の2群にまとめた行った。

6. 解析

データの信頼性・適切性を担保するため、日立製

作所のソフトウェアの協力を仰いだ。

本研究で分析に用いた自由外遊び総時間は、4時間49分間であった。遊び時間帯は、Ⅰ期（登園後自由遊び時間帯、1時間44分）、Ⅱ期（全体保育の各休み時間帯、1時間16分）、Ⅲ期（昼食後の休み時間帯、1時間06分）、Ⅳ期（降園時間帯、43分）であった。この4期の時間帯の情報を抽出して解析を行った。

統計処理は、平均値±標準偏差で示した。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、調査・測定実施園に文章にてBMS及びビーコンは赤外線を送受信して測定を行うものであるが侵襲性はなく、安全な装置であることを説明し、研究協力の同意を得た。

Ⅲ. 結果

1. 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①

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①	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
ビオトープ	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③	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②	0.0	0.0	0.0
大型総合遊具登り口④	0.0	0.0	0.0

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・ビオトープは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、ほとんどの遊具等で使用状況に大差はみられなかったが、築山（土管トンネル）は男児が40.0%であるのに対し女児は皆無であった。

2. 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 ± 4.6 回と最も多く、次いで砂場（ 6.7 ± 5.0 回）、大型総合遊具登り口①（ 6.4 ± 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①、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。

3. 休み時間帯別にみる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、Ⅰ期（登園後自由遊び時間帯、1時間44分）、Ⅱ期（全体保育の各休み時間帯、1時間16分）、Ⅲ期（昼食後の休み時間帯、1時間06分）、Ⅳ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Ⅲ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Ⅱ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の使用種類数は、第Ⅲ期に 5.1 ± 1.5 基、第Ⅱ期に 4.7 ± 1.4 基、第Ⅰ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*
ビオトープ	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

* $p < 0.05$

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

4. 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における1分間当たりの使用人数を追跡した状況を図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①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)、平均台(9回)、ビオトープ(7回)、道具小屋(2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

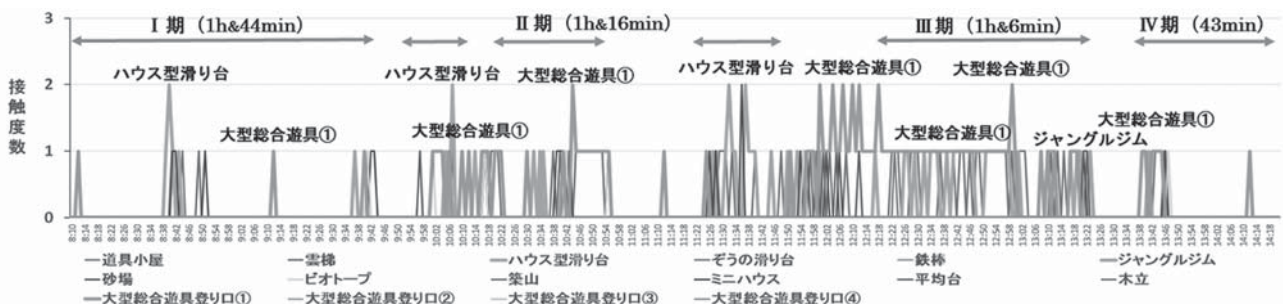


図3 担任教師の遊具接触度数の時系列変化(1分追跡)

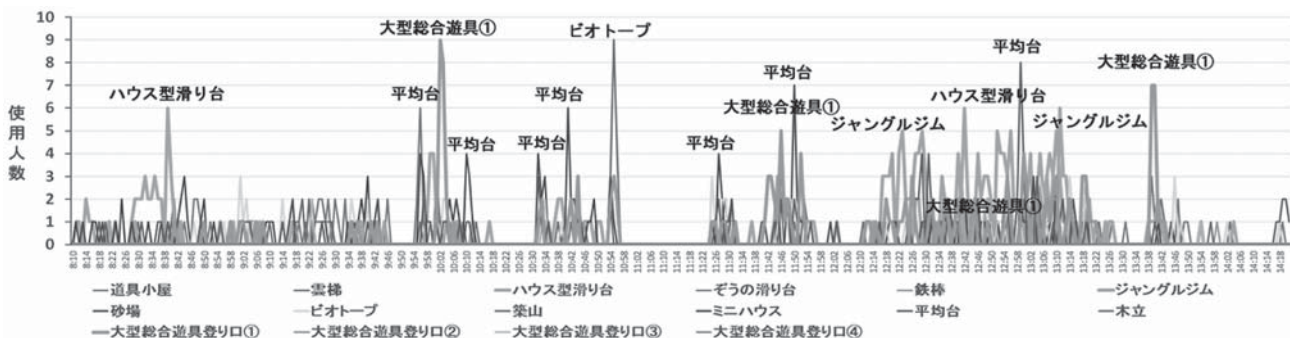


図4 全園児の遊具使用人数の時系列変化(1分追跡)

ストレッチ遊具（5位）の巡視（接触）回数は皆無であった。男児の使用率40%を示す築山も接触回数は皆無であった。

全園児の各遊具等における使用人数の変化をみると、第Ⅰ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Ⅲ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する様子が観察できた。

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Ⅰ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①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Ⅲ期に多くの園児が集団使用をしているハウス型滑り台の巡視は、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いことが観察できた。

5. 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 $50.1 \pm 12.8^*$ 、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）。

男女児の両群の比較は、それぞれの資料数が少ないために基礎統計は控えたが、男児の両群の使用頻

度は近似しているが、一方女児は活発群の使用頻度（ 57.8 ± 10.8 回）が不活発群（ 33.8 ± 13.6 回）よりも明らかに高い傾向を示した。

また、両群の固定遊具等使用種類数は、園児全体をみると活発群（ 8.1 ± 0.8 基）、不活発群（ 7.3 ± 0.3 基）に有意な差は認められなかった（表6）。女児においては、活発群の方が固定遊具等の使用種類数が多い傾向を示した。

IV. 考察

BMSとビーコンを用いて幼児の1日の園内生活を追跡し、固定遊具等の使用状況を解析した結果、詳細な使用実態を明らかにすることができた。

4歳児の男女児が好む固定遊具は、事故発生が多いとされる滑り台系遊具や総合（アスレチック）系遊具、雲梯などであった。また、各遊具の一人当たりが使用する頻度も、4歳児が好む固定遊具ほど多く使用することが確認された。ピオトープでの遊びが多い一方、鉄棒はほとんど使用実態がみられなかったことは、7月の炎天下の園庭（運動場）環境が遊具使用に影響を与えていることが推測された。このことから、リスクマネジメントを計画する場合、季節や外気温等による使用遊具の変化の情報を蓄積しておく必要があることが示唆された。

園内生活における休み時間帯の自由遊びにおける固定遊具使用の特徴も把握することができ、登園後の自由遊び時間帯は少人数で遊具を使い、昼休みの自由時間帯は使用遊具数も多くなり、集団でジャングルジムや滑り台形の遊具使用をする状況を把握す

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	$50.1 \pm 12.8^*$	40.5 ± 7.9	57.8 ± 10.8
不活発群	36.7 ± 14.1	41.5 ± 14.8	33.8 ± 13.6

* $p < 0.05$

表6 活発群・不活発群の固定遊具等使用種類数 (基)

	全体	男児	女児
活発群	8.1 ± 0.8 ns	8.3 ± 1.0	8.0 ± 0.7
不活発群	7.3 ± 1.3	8.0 ± 0.6	6.9 ± 1.4

n.s: not significant

ることができた。この幼児の行動に対して担任教師の固定遊具間の巡視行動（安全確認活動）の在り方も把握することができ、教師は幼児が多く使用する遊具を概ね巡視していることが確認できた。しかし、登園時の自由遊び時間帯は園児の受け入れ時間帯で多忙を期しているためか、ほとんど巡視活動が行われておらず、リスクマネジメントを実施するうえで見過ごしてはならない時間帯である。教師の目が届かない時間帯が生じる実態は、多くの園で同様な傾向にあるのではないかと推測でき、園や教職員間の連携によるリスクマネジメントが望まれる。

教師の評価による活発群と不活発群の固定遊具総使用頻度は、活発群の方が有意に高いが、使用遊具数には差が認められないことから、事故発生が多く予想される遊具に対しては、全園児の行動を観察し、事故が発生しない教育や巡視活動を計画し、実施することが重要である。

このような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等のセンサノードの導入は、今後のリスクマネジメントに一役を担うものと考ええる。

利益相反

本研究による利益相反は存在しない。

付記

本研究は、JSPS 科研費 15K01779、16K16627 及

び中部大学特別研究費 27IL09A、28IL08B1 の助成を受けたものである。

文献

- 1) 消費者庁（2016）遊具による子供の事故に御注意！、News Release 平成28年2月10日、2-3、消費者庁。
- 2) 日本スポーツ振興センター（2017）学校の管理下の災害 [平成29年版]、190-193、独立行政法人日本スポーツ振興センター。
- 3) 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、10-12、日本スポーツ振興センター学校安全部。
- 4) 前掲書3)、16-17。
- 5) 花井忠征（2012）幼児にふさわしい遊具を求めて — 愛知県私立幼稚園における園庭の固定遊具の実態調査から—、愛知私幼研究紀要、25-36。
- 6) 加藤幸一、麿嶋 舞、中村 崇、酒井幸子、坂口淳子、渡邊 俊（2009）幼稚園遊具の撤去や設置が幼稚園児に与える影響について、群馬大学教育実践研究26、265-275。
- 7) 金子嘉秀、堺 愛一郎、七木田 敦（2013）幼児の固定遊具遊びにおけるルールの形成と変容に関する研究、保育学研究51(2)、28-38。
- 8) ミズマ モニカ マリ（2008）園庭の大型固定遊具の変化に伴う幼児の遊びの変容 —はしごからすべり台へ—、早稲田大学大学院教育学研究科紀要別冊15(2)、119-130。
- 9) 塩見優子・立石あつ子（2002）幼稚園・保育園における遊び、遊具の配置、動線に関する研究 —砂場、ブランコを中心として—、保育学研究40(2)、81-89。
- 10) 村岡眞澄（1999）円の固定遊具における遊びのあらわれとその意味、愛知教育大学教育実践総合センター紀要2、123-128。
- 11) 清水茂幸、下山 恵、千葉紅子、渡邊奈穂子、高橋文子、石川幸子、北條早織（2016）移動遊具・固定遊具が幼児の調整力に与える影響に関する研究、岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集3、91-96。
- 12) 張 嬉卿、仙田 満、大野隆造、仲 綾子（2004）園庭におけるあそび行動よりみた遊具・広場計画に関する研究、ランドスケープ研究67(5)、429-432。

受付日 2018年 3 月 15 日

受理日 2018年 4 月 26 日