

2016 年度から 2019  
年度の幼児期の音楽的表現の動作解析結果：  
身体測定部位の移動平均加速度と左右手間隔

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-01-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐野, 美奈 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4500">https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4500</a>

# 2016年度から2019年度の幼児期の音楽的表現の動作解析結果 —身体測定部位の移動平均加速度と左右手間隔—

児童教育学部 児童教育学科 佐野 美奈

**要旨:** この研究では、2016年度から2019年度までに取得した幼児期の音楽的表現に関する3Dモーションキャプチャーのデータについて、音楽経験プログラムの第1段階から第3段階までの移動平均加速度の変化を中心に、定量的分析を行った。その結果、骨盤、頭、右手、右足の動作解析結果のうち、右手の動きの移動平均加速度、動きの円滑性が特徴的であった。右手の移動平均加速度と動きの円滑性の両方が大きい園で、左右手間隔の平均値が大きかった。

**キーワード:** 幼児期の音楽的表現、動作解析、移動平均加速度、動きの円滑性、左右手間隔

## I 研究の経緯

幼児期に特有の発達的特徴であるふりや劇化を含む音楽的表現について、これまで身体的な動きの要素の視点から定量的分析を行い、その特徴を明らかにすることは、あまり考えられてこなかった。日本では、動作解析技術を教育分野に援用されているが、伝統的な舞踊の特定の動作に関する定量的分析や鋸引きの動作等、大人を対象として行われてきた(安藤ら2012; 佐藤ら2010)。また、海外でも、音楽の特徴によってどのような身体的動きによる反応が生じるかを、モーションキャプチャーで解析されている研究報告は、大人を対象とされている(Burgerら2013)。そうした該当分野の研究報告の検討結果については、佐野(2016)で論じている。

それに対して、筆者は、2016年度~2018年度、2019年度の3歳児、4歳児および5歳児について、同様の方法で、MVNシステム(3Dモーションキャプチャー)を用いた音楽的表現の動作解析を行った。本来の目的は、幼児期の音楽的表現の発展度を機械学習によって判別する手法を検討することであった。そのために、かつて筆者が考案した音楽経験プログラム(Musical Expression Bringing-up Program=音楽的表現育成プログラム)の4つの活動段階別に抽出した活動項目について、対象児の音楽的表現の動作解析を行い、活動段階、年齢、対象園による三元配置分散分析を通して、音楽的表現における身体的な動きの要素の変化を辿ってきた。

その上で、2016年度の3歳児、4歳児、および5歳児の第4段階におけるMVN取得データを特徴量とし

た分類モデルとして機械学習を行い、2017年度、2018年のMVN取得データを用いて、音楽的表現の発展度を判別し、より適切な分類器を見い出そうとした(Sano, 2018; Sano, 2019)。

本稿では、その判別に用いる新たに取得したMVNデータを加えた4年間分のモーションキャプチャーデータについて行った動作解析と定量的分析の結果について考察する。これまでの動作解析結果から、第1段階から第3段階までの右手の動きを中心とした分析結果が特徴的であることがわかってきた(佐野2018)。

ここでは、2016年度から2019年度までの取得データについて、音楽経験プログラムの第1段階から第3段階までの移動平均加速度の変化を中心に、定量的分析を行う。

## II 研究の目的と方法

### 1. 研究の目的

この研究の目的は、4年間に取得したモーションキャプチャーデータについて定量的分析を行うことを通して、幼児の音楽的表現における身体的な動きの要素の特徴的な変化を明らかにすることである。

### 2. 研究の方法

ここでは、2016年度から異なる保育形態の対象園で行ってきた幼児の音楽的表現の動作解析結果について、定量的分析を行う。幼児の音楽的表現の動作解析の方法は、以下のとおりである。

表 1 活動段階別の MVN 測定内容と測定日

	活動段階別の測定項目	U1 保育園 2016 年度	K 保育園 2016 年度	F 幼稚園 2017 年度	Y 幼稚園 2017 年度	N 認定こども園 2018 年度	U2 保育園 2019 年度	D 保育園 2019 年度
第 1 段階	《あなたのお名前は》を用いた自己紹介の歌遊び	5月20日 6月24日	5月23日 6月20日	5月30日 6月2日	5月26日	5月25日	6月18日 6月25日	5月31日
第 2 段階	《パンやさんにおかいもの》の歌遊び	7月15日 8月19日	7月11日 8月15日	7月4日 7月11日	7月14日 9月8日	7月27日	8月20日	8月27日
第 3 段階	《ライオンの大行進》に合わせたイメージの動き	9月23日	9月5日 10月30日	10月13日	10月20日	10月12日 10月19日	10月16日 10月23日	10月25日

### (1) 音楽経験プログラムの実践

この実践については、対象園の担当保育者に依頼し、日常保育の朝の会等で、少しずつ継続して、活動段階に該当する活動内容が実践され、対象の3歳児、4歳児、および5歳児が参加した。

### (2) MVN 測定時の活動項目の抽出

活動項目は、次の表1にも記載したとおり、各活動段階の趣旨を象徴するものとした。第1段階の活動は、音への気づきや事象のイメージの確立を目的とする内容であり、測定項目は、《あなたのお名前は》(民謡)を用いた自己紹介の歌遊びである。第2段階の活動は、言葉のリズムから動きによるリズムの経験が中心となる内容であり、測定項目は、《パンやさんにおかいもの》(作詞：佐倉智子 作曲：おざわたつゆき)の歌遊びをすることである。第3段階の活動は、音楽的諸要素の認識を中心とする内容であり、測定項目は、《ライオンの大行進》(サンサーンス作曲《動物の謝肉祭》より抜粋の田中常雄編著)に合わせたイメージの動きをすることである。なお、本稿では、第1段階から、第3段階の測定項目の音楽的表現を対象とした。

### (3) MVN システムによる対象児の音楽的表現の動作解析

MVN システムは、3D モーションキャプチャーであり、全身の既定測定部位の17か所に小型軽量のワイヤレスのモーショントラッカーを装着して、動作解析を

行うものである。頭部、胸部、左右肩、骨盤、左右の上腕と下腕、左右手、左右下肢上部、左右下肢下部、左右足の17か所にモーショントラッカーを、測定時に装着する。測定の際には、既定の計測部位の身体計測を行い、入力してキャリブレーションの後、保育者のピアノ伴奏に合わせて、各対象児が行う音楽的表現の収録を行う。その際、1/60秒のタイムフレームでモーションキャプチャーデータが取得される。

動作解析の対象は、2016年度(U1 保育園30人、K 保育園54人)、2017年度(F 幼稚園49人、Y 幼稚園45人)、2018年度(N 認定こども園47人)、2019年度(U2 保育園37人、D 保育園52人)の3歳児、4歳児および5歳児である。U1 保育園、F 幼稚園、U2 保育園、およびD 保育園では、遊び中心の保育が実践され、K 保育園、Y 幼稚園、N 認定こども園では、モンテッソーリメソッドが実践されている。

測定時間は1人当たり30秒間であるが、測定前後の準備等のため、各5~10分間を要する。表1に、測定項目と、各対象園の測定日を示す。

このような作業を必要とするため、対象園の責任者や保護者の許可および同意書が得られた幼児だけが、研究対象となった。また、この件については、大阪樟蔭女子大学の研究倫理委員会の審査と許可を得ている。

対象児のモーションキャプチャーデータから、骨盤・頭・右肩・右手・右足の各測定部位の移動距離・移動平均速度・移動平均加速度・動きの円滑性、両手間隔の変動を算出した。身体部位17か所について動きの要

素の測定を行った。

#### (4) MVN 取得データの定量的分析

ここでは、第1段階から第3段階までのMVN取得データを分析の対象とした。2016年度から継続してきた方法と同様に、活動段階（3水準）、年齢（3水準）、保育園幼稚園こども園（7水準）による、対応の無い三元配置分散分析を行った。

### Ⅲ 結果と考察

前述、Ⅱの2に示した方法により、定量的分析を行った結果、移動平均加速度の変化が顕著であったため、特徴的であった骨盤、頭、右手、右足の分析結果について示す。中でも、大きな変化を示した右手の動きについては、左右手間隔や動きの円滑性に関する分析結果も示す。なお、左右のある測定部位については、データの類似性から、ここでは、右側のみを取り上げている。

#### 1. 移動平均加速度の変化について

ここでは、特徴的な変化を示した、骨盤、頭、右手、右足の移動平均加速度についてのみ、その分析結果を示す。

##### (1) 骨盤移動平均加速度の変化

次の表2は、K保育園、U1保育園、F幼稚園、Y幼稚園、Nこども園、D保育園、U2保育園について、第1段階から第3段階までの骨盤移動平均加速度の平均値を示している。

表2 骨盤移動平均加速度の平均値

活動段階	保育園幼稚園こども園	年齢	平均値	標準偏差	N
第1段階	K 保育園	3歳児	0.5105	0.26922	17
		4歳児	0.5619	0.29731	17
		5歳児	0.5854	0.25252	20
	U1 保育園	3歳児	0.5749	0.23327	11
		4歳児	0.4545	0.09544	8
		5歳児	0.6346	0.4163	10
	F 幼稚園	3歳児	0.3265	0.1198	18
		4歳児	0.9316	2.16089	14
		5歳児	0.2844	0.13939	15
	Y 幼稚園	3歳児	0.3792	0.19626	16
		4歳児	0.4004	0.25378	14
		5歳児	0.5257	0.3438	15
	N こども園	3歳児	0.3892	0.19868	13
		4歳児	0.4792	0.34416	12

第2段階	D 保育園	5歳児	1.3153	1.32694	19
		3歳児	1.0021	0.62534	15
		4歳児	1.2867	1.27348	15
	U2 保育園	5歳児	2.7007	1.1213	16
		3歳児	0.5426	0.25688	16
		4歳児	0.8097	0.43296	12
	K 保育園	5歳児	1.1265	1.22466	10
		3歳児	0.4346	0.23442	8
		4歳児	0.5038	0.25332	14
	U1 保育園	5歳児	0.5516	0.18994	17
		3歳児	0.4891	0.3236	10
		4歳児	0.398	0.15973	9
	F 幼稚園	5歳児	0.6269	0.21503	11
		3歳児	0.3703	0.15807	13
4歳児		0.5024	0.65681	14	
Y 幼稚園	5歳児	0.4006	0.18508	16	
	3歳児	0.4501	0.27502	15	
	4歳児	0.5115	0.24943	14	
N こども園	5歳児	0.7243	0.36895	14	
	3歳児	0.5682	0.4506	17	
	4歳児	0.584	0.48578	10	
第3段階	D 保育園	5歳児	0.7694	0.45429	18
		3歳児	1.1221	0.55057	18
		4歳児	1.9076	0.82669	15
	U2 保育園	5歳児	2.6158	1.43781	16
		3歳児	0.4997	0.25728	13
		4歳児	0.7729	0.50427	10
	K 保育園	5歳児	0.8309	0.24291	10
		3歳児	3.083	1.44439	18
		4歳児	2.6679	1.22547	17
	U1 保育園	5歳児	2.5326	1.57428	18
		3歳児	1.6294	1.06817	11
		4歳児	0.8166	0.43803	8
	F 幼稚園	5歳児	3.0471	1.66011	9
		3歳児	2.5852	1.27962	17
4歳児		1.6852	0.84118	12	
Y 幼稚園	5歳児	2.5852	1.27962	17	
	3歳児	2.0249	1.50888	13	
	4歳児	1.5388	0.6217	13	
N こども園	5歳児	2.4598	0.99333	14	
	3歳児	2.6369	1.64902	16	
	4歳児	2.5927	1.60096	11	
D 保育園	5歳児	2.957	1.00688	20	
	3歳児	3.5444	1.32107	18	
	4歳児	3.6019	1.98077	16	
U2 保育園	5歳児	3.9171	1.81838	18	
	3歳児	1.8547	1.44811	15	
	4歳児	2.5313	1.29173	12	
K 保育園	5歳児	2.366	1.26363	10	

これら骨盤移動平均加速度の算出データについて、活動段階（3水準）、年齢（3水準）、保育園幼稚園こども園（7水準）による、対応の無い三元配置分散分析を行った。被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、表3のとおりである。

表3 被験者間効果の検定の主効果・交互作用

要因	自由度	F 値	有意確率
活動段階	2	310.274	$p<.005$
保育園幼稚園こども園	6	36.316	$p<.005$
年齢	2	15.974	$p<.005$
活動段階 * 保育園幼稚園こども園	12	1.762	<i>n.s.</i>
活動段階 * 年齢	4	1.995	<i>n.s.</i>
保育園幼稚園こども園 * 年齢	12	3.052	$p<.005$
活動段階 * 保育園幼稚園こども園 * 年齢	24	1.643	<i>n.s.</i>

表3のとおり、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、活動段階要因 ( $F(2, 825) = 310.274, p<.005$ )、保育園幼稚園こども園要因 ( $F(6, 825) = 36.316, p<.005$ )、年齢要因 ( $F(2, 825) = 15.974, p<.005$ )、保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因 ( $F(12, 825) = 3.052, p<.005$ ) で、有意であった。

そこで、単純主効果の検定と Bonferroni の方法を用いた多重比較の検定を行った。活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、K 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 37.68, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 26.655, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 24.903, p<.005$ ))、U1 保育園 (5 歳児 ( $F(2, 825) = 19.636, p<.005$ ))、F 幼稚園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 29.42, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 29.48, p<.005$ ))、Y 幼稚園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 12.713, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 5.602, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 17.18, p<.005$ ))、N こども園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 25.779, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 16.737, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 26.675, p<.005$ ))、D 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 38.197, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 23.927, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 9.774, p<.005$ ))、U2 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 9.36, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 12.527, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 7.081, p<.005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、K 保育園の 3 歳児、4 歳児、5 歳児、U1 保育園の 3 歳児、5 歳児、Y 幼稚園の 4 歳児、5 歳児、N こども園、D 保育園および U2 保育園で、第 3 段階が第 1 第 2 段階よりも大きかった。F 幼稚園の 3 歳児、5 歳児で第 3 段階が大きく、4 歳児で第 3 段階が第 2 段階よりも大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の保育園幼稚園こども園要因について、単純主効果は、第 1 段階の 5 歳児 ( $F(6, 825) = 11.376, p<.005$ )、第 2 段階の 4 歳児 ( $F(6, 825) = 4.256, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(6, 825) = 9.698, p<.005$ )、第 3 段階の 3 歳児 ( $F(6, 825) = 7.68, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(6, 825) = 10.764, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(6, 825) = 5.068, p<.005$ ) で、有意であった。多重比較によれば、第 1 段階の 5 歳児、第 2 段階の 4 歳児、5 歳児、第 3 段階の 3 歳児、4 歳児、5 歳児で D 保育園が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第 1 段階の D 保育園 ( $F(2, 825) = 13.813, p<.005$ )、第 2 段階の D 保育園 ( $F(2, 825) = 10.124, p<.005$ )、第 3 段階の U1 保育園 ( $F(2, 825) = 11.729, p<.005$ ) で、有意であった。多重比較によれば、第 1 第 2 段階の D 保育園、第 3 段階の U1 保育園で有意に大きかった。

結果として、D 保育園の平均値が大きく、第 3 段階での増加も顕著であった。続いて、3 歳児、4 歳児で K 保育園が大きく、5 歳児では N こども園が大きかった。骨盤移動平均加速度については、U1 保育園と U2 保育園とに殆ど差は見られなかった。

## (2) 頭移動平均加速度の変化

頭移動平均加速度の算出データについて、活動段階（3水準）、年齢（3水準）、保育園幼稚園こども園（7水準）による、対応の無い三元配置分散分析を行った。

その結果、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、活動段階要因 ( $F(2, 825) = 447.875, p<.005$ )、保育園幼稚園こども園要因 ( $F(6, 825) = 56.681, p<.005$ )、年齢要因 ( $F(2, 825) = 18.144, p<.005$ )、活動段階 \* 保育園幼稚園こども園要因 ( $F(12, 825) = 6.884, p<.005$ )、保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因 ( $F(12, 825) = 6.455, p<.005$ ) で、有意であった。

そこで、単純主効果の検定と Bonferroni の方法を用いた多重比較の検定を行った。活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、K 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 69.529, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 47.178, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 37.864, p<.005$ ))、U1 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 8.742, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 23.663, p<.005$ ))、F 幼稚園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 21.689, p<.005$ )、4 歳児 ( $F(2, 825) = 5.83, p<.005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 19.094, p<.005$ ))、Y 幼稚園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 16.117, p<.005$ )、4 歳

児 ( $F(2, 825) = 7.854, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 10.077, p < .005$ )、Nこども園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 21.821, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 39.446, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 85.085, p < .005$ ))、D保育園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 31.681, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 28.366, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 68.738, p < .005$ ))、U2保育園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 16.244, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 9.22, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 8.932, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、K保育園の3歳児、4歳児、5歳児、U1保育園の3歳児、5歳児、F幼稚園、Y幼稚園、Nこども園、D保育園およびU2保育園で、第3段階が第1第2段階よりも大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の保育園幼稚園こども園要因について、単純主効果は、第1段階の4歳児 ( $F(6, 825) = 3.214, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 13.539, p < .005$ )、第2段階の4歳児 ( $F(6, 825) = 3.844, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 7.113, p < .005$ )、第3段階の3歳児 ( $F(6, 825) = 9.005, p < .005$ )、4歳児 ( $F(6, 825) = 16.513, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 35.55, p < .005$ ) で、有意であった。多重比較によれば、第1第2段階の4歳児、5歳児でD保育園が大きく、第3段階の3歳児、4歳児でK保育園とD保育園が、4歳児でK保育園、Nこども園、D保育園が、5歳児でD保育園が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第1段階のD保育園 ( $F(2, 825) = 15.238, p < .005$ )、第3段階のU1保育園 ( $F(2, 825) = 8.691, p < .005$ )、Nこども園 ( $F(2, 825) = 17.056, p < .005$ )、D保育園 ( $F(2, 825) = 32.204, p < .005$ ) で有意であった。多重比較によれば、第1第2段階のD保育園で5歳児が大きく、第3段階では、K保育園の3歳児が5歳児よりも大きく、U1保育園、Nこども園およびD保育園で5歳児が大きかった。

結果として、3歳児ではK保育園とD保育園が、4歳児および5歳児ではD保育園とNこども園の増加が顕著であった。また、U2保育園がU1保育園よりも大きい傾向にあった。

### (3) 右手移動平均加速度の変化

右手移動平均加速度の算出データについて、活動段階 (3水準)、年齢 (3水準)、保育園幼稚園こども園 (7水準) による、対応の無い三元配置分散分析を行った。その結果、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、活動段階要因 ( $F(2, 825) = 29.842, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園要因 ( $F(6, 825) = 77.539, p < .005$ )、

年齢要因 ( $F(2, 825) = 25.317, p < .005$ )、活動段階 \* 保育園幼稚園こども園要因 ( $F(12, 825) = 7.81, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因 ( $F(12, 825) = 6.507, p < .005$ ) で有意であった。

そこで、単純主効果の検定とBonferroniの方法を用いた多重比較の検定を行った。活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、K保育園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 6.608, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 9.268, p < .005$ )、Nこども園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 14.896, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 15.9, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 13.092, p < .005$ ))、D保育園 (4歳児 ( $F(2, 825) = 16.457, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 6.205, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、K保育園の3歳児、4歳児、Nこども園の3歳児、4歳児、5歳児、およびD保育園の4歳児、5歳児で、第3段階が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の保育園幼稚園こども園要因について、単純主効果は、第1段階 (4歳児 ( $F(6, 825) = 8.919, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 17.984, p < .005$ )、第2段階 (4歳児 ( $F(6, 825) = 6.264, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 10.791, p < .005$ )、第3段階 (3歳児 ( $F(6, 825) = 8.638, p < .005$ )、4歳児 ( $F(6, 825) = 26.521, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 28.226, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、第1段階の4歳児でD保育園とU2保育園、5歳児でNこども園とD保育園、第2段階の4歳児でD保育園とU2保育園、5歳児でNこども園とD保育園、第3段階の3歳児でNこども園続いてD保育園、4歳児と5歳児でNこども園およびD保育園が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第1段階 (Nこども園 ( $F(2, 825) = 11.627, p < .005$ )、D保育園 ( $F(2, 825) = 13.659, p < .005$ ))、第2段階のNこども園 ( $F(2, 825) = 7.334, p < .005$ )、第3段階 (Nこども園 ( $F(2, 825) = 5.802, p < .005$ )、D保育園 ( $F(2, 825) = 22.158, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、第1段階のNこども園とD保育園、第2段階のNこども園、第3段階のNこども園の5歳児およびD保育園の4歳児と5歳児で、有意に大きかった。

次に、3歳児、4歳児、5歳児の頭移動平均加速度について、対象園別の活動段階による変化を、図1、図2、図3に示す。

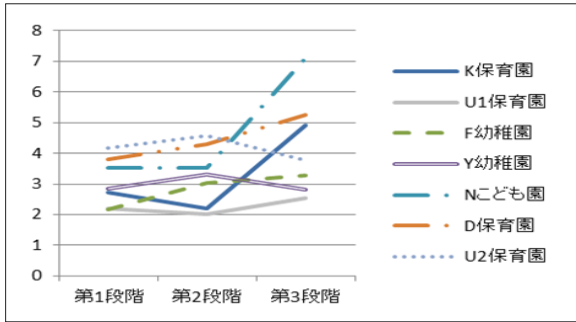


図1 3歳児の右手移動平均加速度の変化 (m/s<sup>2</sup>)

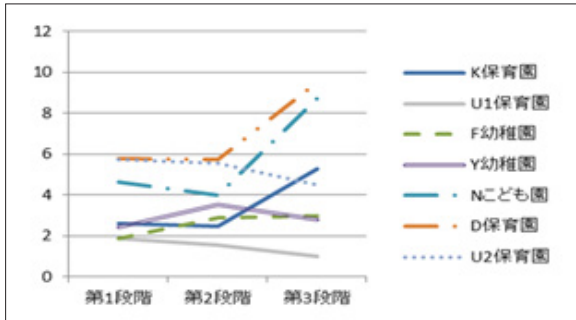


図2 4歳児の右手移動平均加速度の変化 (m/s<sup>2</sup>)

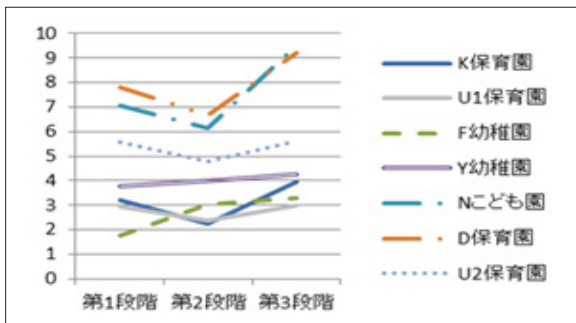


図3 5歳児の右手移動平均加速度の変化 (m/s<sup>2</sup>)

結果として、図1、図2、図3に示したとおり、3歳児ではNこども園が大きく、著しい増加はK保育園の増加と類似しており、F幼稚園、Y幼稚園、U1保育園およびU2保育園であまり変化が見られないのとは対照的であった。4歳児では、D保育園とNこども園の増加が顕著であり、3歳児と同様に、F幼稚園、Y幼稚園、U1保育園およびU2保育園であまり変化が見られないのとは対照的であった。5歳児でも、増加が顕著であったNこども園とD保育園にU2保育園が続いているが、その変化は、F幼稚園、Y幼稚園、U1保育園と同様に、Nこども園とD保育園とは対照的であった。いずれの年齢でも、U2保育園は、U1保育園よりも大きかった。

#### (4) 右足移動平均加速度の変化

右足移動平均加速度の算出データについて、活動段

階 (3水準)、年齢 (3水準)、保育園幼稚園こども園 (7水準) による、対応の無い三元配置分散分析を行った。その結果、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、活動段階要因 ( $F(2, 825) = 461.433, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園要因 ( $F(6, 825) = 100.526, p < .005$ )、年齢要因 ( $F(2, 825) = 7.212, p < .005$ )、活動段階 \* 保育園幼稚園こども園要因 ( $F(12, 825) = 4.945, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因 ( $F(12, 825) = 4.54, p < .005$ ) で、有意であった。

そこで、単純主効果の検定と Bonferroni の方法を用いた多重比較の検定を行った。活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、K 保育園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 37.947, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 39.741, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 19.883, p < .005$ )、U1 保育園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 7.07, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 13.734, p < .005$ ))、F 幼稚園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 49.504, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 10.195, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 49.281, p < .005$ ))、Y 幼稚園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 22.065, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 8.272, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 18.397, p < .005$ ))、N こども園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 27.023, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 43.1, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 77.474, p < .005$ ))、D 保育園 (3歳児 ( $F(2, 825) = 59.908, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 32.123, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 37.661, p < .005$ ))、U2 保育園 ((3歳児 ( $F(2, 825) = 8.546, p < .005$ )、4歳児 ( $F(2, 825) = 10.606, p < .005$ )、5歳児 ( $F(2, 825) = 10.164, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、K 保育園の3歳児、4歳児および5歳児、U1 保育園の3歳児と5歳児、F 幼稚園、Y 幼稚園、N こども園、D 保育園およびU2 保育園の3歳児、4歳児および5歳児で、第3段階が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の保育園幼稚園こども園要因について、単純主効果は、第1段階 (3歳児 ( $F(6, 825) = 4.674, p < .005$ )、4歳児 ( $F(6, 825) = 5.631, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 20.687, p < .005$ ))、第2段階 (3歳児 ( $F(6, 825) = 4.679, p < .005$ )、4歳児 ( $F(6, 825) = 8.233, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 16.294, p < .005$ ))、第3段階 (3歳児 ( $F(6, 825) = 15.689, p < .005$ )、4歳児 ( $F(6, 825) = 20.824, p < .005$ )、5歳児 ( $F(6, 825) = 30.87, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、第1段階と第2段階の3歳児、4歳児および5歳児でD 保育園、第3段階では、3歳児でD 保育園、4歳児と5歳児でD 保育園とN こども園が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第1段階 (D 保育園 ( $F(2, 825) = 14.039, p < .005$ ))、第2段階のD 保育園 ( $F(2, 825) = 7.901, p < .005$ )、第3段階のF 幼稚園 ( $F(2, 825) = 8.702, p < .005$ )、N こども園 ( $F(2, 825) = 7.148, p < .005$ )、D 保育園 ( $F(2, 825) = 6.723, p < .005$ ) で、有意であった。多重比較によれば、第1第2段階のD 保育園、第3段階では、K 保育園、U1 保育園、F 幼稚園、N こども園、およびD 保育園の5 歳児が大きかった。

結果として、3 歳児、4 歳児、5 歳児のいずれも、D 保育園、N こども園の順に、第3段階の増加が顕著であった。U2 保育園がU1 保育園よりも大きかった。

## 2. 左右手間隔の変化について

この活動実践の過程における MVN 測定時に、右手移動平均加速度の増加が顕著であり、対象児の自発的な手の動きが頻繁に見られたため、左右手間隔の変位についても示す。

左右手間隔の算出データについて、活動段階 (3 水準)、年齢 (3 水準)、保育園幼稚園こども園 (7 水準) による、対応の無い三元配置分散分析を行った。その結果、被験者間効果の検定の主効果・交互作用は、活動段階要因 ( $F(2, 825) = 351.541, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園要因 ( $F(6, 825) = 26.73, p < .005$ )、年齢要因 ( $F(2, 825) = 21.173, p < .005$ )、活動段階 \* 保育園幼稚園こども園要因 ( $F(12, 825) = 13.349, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因 ( $F(12, 825) = 5.572, p < .005$ )、および、活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因 ( $F(24, 825) = 2.43, p < .005$ ) で、有意であった。

そこで、単純主効果の検定と Bonferroni の方法を用いた多重比較の検定を行った。活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の活動段階要因について、単純主効果は、K 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 52.472, p < .005$ ))、4 歳児 ( $F(2, 825) = 92.136, p < .005$ )、5 歳児 ( $F(2, 825) = 26.328, p < .005$ ))、F 幼稚園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 22.472, p < .005$ ))、5 歳児 ( $F(2, 825) = 16.024, p < .005$ ))、Y 幼稚園の5 歳児 ( $F(2, 825) = 10.53, p < .005$ )、N こども園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 20.13, p < .005$ ))、4 歳児 ( $F(2, 825) = 42.209, p < .005$ ))、5 歳児 ( $F(2, 825) = 93.142, p < .005$ ))、D 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 17.482, p < .005$ ))、4 歳児 ( $F(2, 825) = 28.1, p < .005$ ))、5 歳児 ( $F(2, 825) = 48.632, p < .005$ ))、U2 保育園 (3 歳児 ( $F(2, 825) = 24.356, p < .005$ ))、4 歳児 ( $F(2, 825) = 13.648, p < .005$ ))、5 歳児 ( $F(2, 825) = 14.481, p < .005$ )) で、有意であった。多重比較によれば、K 保育園、F 幼稚園、N こども園、D 保育園およ

びU2 保育園の3 歳児、4 歳児、5 歳児、Y 幼稚園の4 歳児、5 歳児で、第3段階が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の保育園幼稚園こども園要因について、単純主効果は、第1段階の5 歳児 ( $F(6, 825) = 3.234, p < .005$ )、第3段階の3 歳児 ( $F(6, 825) = 11.917, p < .005$ )、4 歳児 ( $F(6, 825) = 27.951, p < .005$ )、5 歳児 ( $F(6, 825) = 25.828, p < .005$ ) で、有意であった。多重比較によれば、第1第2段階における5 歳児のD 保育園、第3段階における3 歳児でK 保育園が大きく、N こども園、D 保育園、U2 保育園と続き、4 歳児でK 保育園、N こども園、D 保育園の順に大きく、5 歳児でN こども園とD 保育園が大きかった。

活動段階 \* 保育園幼稚園こども園 \* 年齢要因の年齢要因について、単純主効果は、第1段階のD 保育園 ( $F(2, 825) = 6.451, p < .005$ )、第3段階のK 保育園 ( $F(2, 825) = 16.934, p < .005$ )、N こども園 ( $F(2, 825) = 25.131, p < .005$ )、D こども園 ( $F(2, 825) = 23.269, p < .005$ ) で、有意であった。多重比較によれば、第1第2段階のN こども園とD 保育園の5 歳児が大きく、第3段階のK 保育園で3 歳児、Y 幼稚園、N こども園、D 保育園で、5 歳児が大きかった。

次に、3 歳児、4 歳児、5 歳児の左右手間隔について、対象園別の活動段階による変化を、図4、図5、図6に示す。

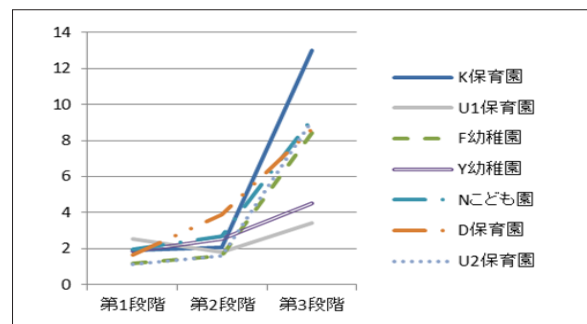


図4 3 歳児の左右手間隔の変化 (m)

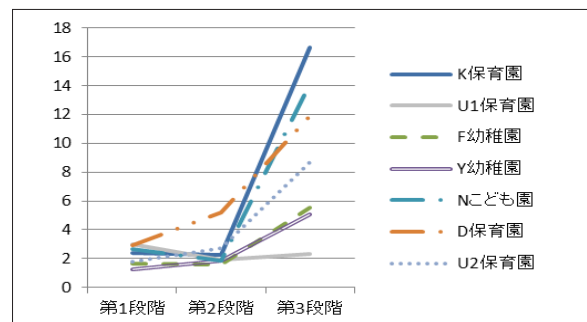


図5 4 歳児の左右手間隔の変化 (m)



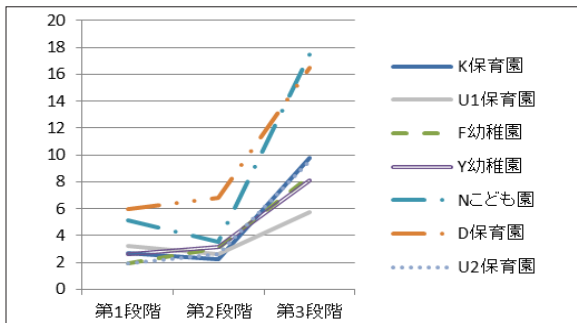


図6 5歳児の左右手間隔の変化 (m)

結果として、図4、図5、図6に示したとおり、3歳児、4歳児でK保育園、5歳児でD保育園とNこども園で、第3段階の増加が顕著であった。U2保育園がU1保育園よりも大きかった。

### 3. 右手の動きの円滑性について

動きの円滑性は、規則的な動きを一定の速度でゆっくりと行っている場合に生じやすいことがわかってきた（佐野 2018）。移動平均速度と移動平均加速度の比によって算出されるものである（Burger, 2013）。前述1 (3) に示した右手移動平均加速度の変化と比較的に捉えるために、右手の動きの円滑性に関する分析結果も示す。

右手円滑性の算出データについて、活動段階（3水準）、年齢（3水準）、保育園幼稚園こども園（7水準）による、対応の無い三元配置分散分析を行った。その結果、被験者間効果の検定の主効果は、活動段階要因 ( $F(2, 825) = 81.272, p < .005$ )、保育園幼稚園こども園要因 ( $F(6, 825) = 14.186, p < .005$ ) で有意であった。そこで、多重比較の検定を Bonferroni の方法を用いて行った。

多重比較によれば、K保育園の3歳児、4歳児および5歳児、U1保育園の3歳児と5歳児で、第3段階が大きかった。F幼稚園の3歳児と5歳児で第3段階が大きく、4歳児で第1段階が大きかった。Y幼稚園の3歳児、4歳児および5歳児、Nこども園の5歳児、D保育園とU2保育園の3歳児で、第3段階が大きかった。

次に、3歳児、4歳児、5歳児の右手円滑性について、対象園別の活動段階による変化を、図7、図8、図9に示す。

結果として、図7、図8、図9に示したとおり、3歳児ではU1保育園、K保育園、F幼稚園の順に大きく増加し、4歳児でK保育園、U1保育園の順に大きく、F幼稚園は第1段階で大きかった。5歳児では、U1保

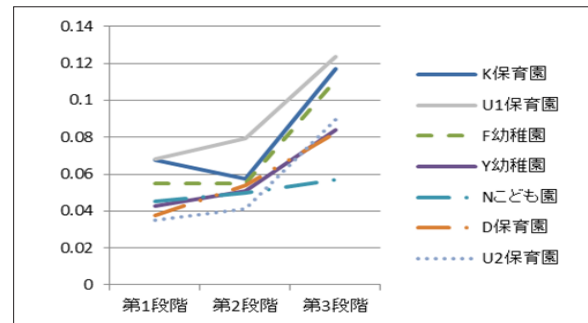


図7 3歳児の右手円滑性の変化

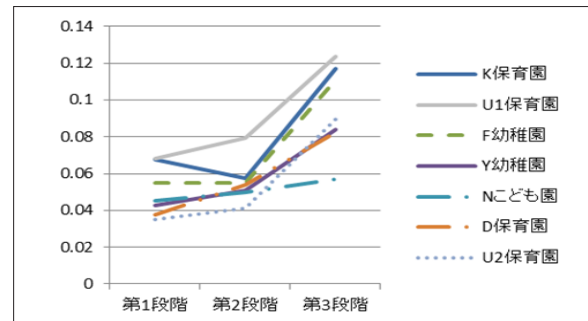


図8 4歳児の右手円滑性の変化

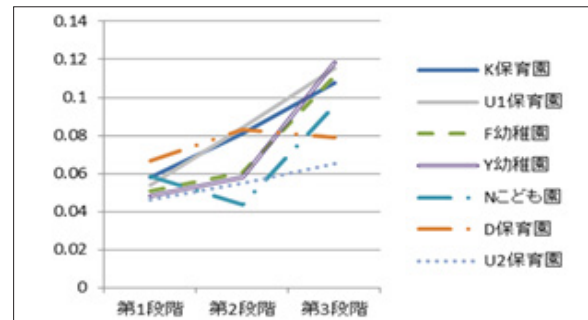


図9 5歳児の右手円滑性の変化

育園、K保育園、F幼稚園、Y幼稚園、Nこども園が大きく増加し、第3段階ではいずれも増加していたが、D保育園は第3段階で増加せず、U2保育園はあまり変化せず緩やかに増加していた。U1保育園が、U2保育園よりも大きかった。

### IV 考察のまとめ

本稿では、2016年度から始めたMVNシステム（3Dモーションキャプチャー）による動作解析の手法を用いて、2019年度までの4年間に算出したデータについて定量的分析を行い、特徴的な変化を示した測定部位の一部について取り上げた。

ここに示した三元配置分散分析の結果より、次のようなことがわかった。

移動平均加速度について、骨盤、頭に関しては、D保育園、K保育園、Nこども園が大きく、第3段階で顕著であった。右手、右足では、D保育園とNこども

園の増加が顕著であった。

特に、右手移動平均加速度については、著しい増加の見られたD保育園およびNこども園とは対照的に、F幼稚園、Y幼稚園およびU1保育園ではあまり変化が見られなかった。その傾向は、いずれの対象年齢でも見られ、5歳児では、数値の増加の大きいD保育園、N保育園、およびU2保育園と、あまり変化のないY幼稚園、K幼稚園、F幼稚園およびU1保育園とに、二分されるかたちとなっていた。K保育園では、それほど右手移動平均加速度の数値が比較的に大きいわけではなかったが、左右手間隔については、3歳児と4歳児で大きく、第3段階への顕著な増加が見られた。D保育園とN保育園での左右手間隔の増加の傾向は、移動平均加速度の顕著な大きさと同様であった。

一方、右手円滑性の変化については、移動平均加速度が、比較的に大きくなかったU1保育園、K保育園で大きくなっていった。但し、5歳児の第3段階では、U1保育園、Y幼稚園、K保育園およびNこども園の結果は類似していた。

こうしたことから、移動平均加速度が大きく、音楽に合わせてそのふりやイメージを表現しようとする傾向が強かったのはD保育園やNこども園であり、右手円滑性が大きく、音楽の一定の拍をとることが強調されていたのは、U1保育園やF幼稚園であることがわかった。移動平均加速度も第3段階では増加し、しかも右手円滑性が大きかったのは、K保育園であった。K保育園児は、音楽に合わせたイメージの動きも、一定の拍をとる動きも両方行っており、そのことが、左右手間隔の大きさに表れたと考えられる。

さらに、U1保育園とU2保育園の変化については、次のような特徴が見られた。移動平均加速度に関しては、頭、右手、右足について、U2保育園がU1保育園よりも大きい傾向にあった。但し、骨盤移動平均加速度については、殆ど差異が見られなかった。また、右手の動きにかかわる左右手間隔の変化については、U2保育園がU1保育園よりも大きかった。それに対して、右手円滑性の変化については、U1保育園がU2保育園よりも大きかった。このことは、U1保育園よりも、U2保育園の活動実践の過程においての方が、対象児の音楽に合わせたふりや劇化の動き、動きと音楽のイメージとの一致が多く生じていたことを示すものである。一方で、U2保育園では、右手の動きの円滑性が示す一定の拍をとる手の動きは、音楽のイメージを表現しようとする動きほどには生じていなかったということがわかった。U1保育園に対して、U2保育園の方が、音

楽に合わせたイメージの動きが活動実践の中で強調されたためであると考察される。

筆者は、かつて、保育形態による動作解析結果の差異について考察しており、それによれば、遊び中心の保育が実践されている園では移動平均加速度が大きい傾向にあり、モンテッソーリメソッドが実践されている園では、比較的、動きの円滑性が大きかった。また、保育園と幼稚園では、保育園の方が動きの円滑性が大きい傾向にあった(佐野2017;佐野2018;佐野2019)。今回のように、複数年度に亘り、対象園数が増えても、この傾向は変わらなかった。

これらの結果に基づき、今後、音楽に合わせたふりやイメージの表現と一定の拍やリズムをとることの両側面から、同時に音楽的諸要素の認識を促すことのできる活動の内容や方法について検討していく必要がある。

#### 参考文献

- 安藤明伸、住川泰希 (2012) 「モーションキャプチャと仮想空間を利用した鋸引き動作観察教材の開発と機能評価」『日本教育工学会論文誌』36(2), pp.103 - 110.
- Burger, B. (2013) Move the way you feel: Effects of musical features, perceived emotions, and personality on music-induced movement. Department of Music, University of Jyväskylä.
- 佐野美奈 (2016) 「モーションキャプチャーを用いた幼児期の音楽的表現における動きの要素に関する定量的分析」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第6巻 pp.133-143.
- 佐野美奈 (2017) 「幼児の音楽的表現のMVNシステムによる定量的分析：異なる保育形態の保育園5歳児を中心に」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第7巻、pp.133-143.
- 佐野美奈 (2018) 「3か所の異なる保育形態における5歳児の音楽的表現のMVNシステムによる定量的分析」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第8巻、pp.145-156.
- 佐野美奈 (2019) 「保育園と幼稚園の幼児の音楽的表現における身体的な動きの要素の変化に関する特徴：モーション・キャプチャーを用いたMEBプログラムの実践過程の定量的分析をとおして」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第9巻、pp.211-222.
- Sano, M. (2018) Statistical analysis of elements of musical expression in early childhood using 3D

motion capture and evaluation of musical development degrees through machine learning, *World Journal of Education*, Sciedu Press, Vol.8, No.3, pp.118-130.

Sano, M. (2019) Predicting developmental degrees of music expression in early childhood by machine learning classifiers with 3D motion captured body movement data, *Journal of Educational Research and Reviews (International)*, Scienceweb Publishing, Vol.7 (7) pp.155-168.

佐藤克美、海賀孝明、渡部信一 (2010)「舞踊の熟達化を支援するためのモーションキャプチャ活用」『日本教育工学会論文誌』34, pp.133 - 136.

#### 謝辞

研究協力園の諸先生や子どもたちに、感謝申し上げます。この研究は、科学研究費補助金 16K04579 に基づき、2019 年度学内特別研究助成費を受けて行われている。

## **Analysis of Body Movement of Musical Expression in Early Childhood from 2016 to 2019 : Focusing on The Moving Average Acceleration of Body Parts and Interval between Right and Left Hand**

Faculty of Childhood Education, Department of Childhood Education  
Mina SANO

### Abstract

In this study, the author inspected 3D motion capture data observing musical expressions of body in early childhood acquired during 2016-2019. The result focused on changes in moving average acceleration of body parts from the first to the third phase of the music experience program. As a result, the evolution of the moving average acceleration of the right hand and the movement smoothness of body parts revealed characteristic results of the pelvis, head, right hand and right foot. In a nursery school where both the moving average acceleration and the movement smoothness regarding the right hand were large, the average data of the left and right hand interval was large.

Keywords: musical expression in early childhood, movement analysis, the moving average acceleration, movement smoothness, interval between right and left hand